



TUGAS AKHIR – TM 0382

**RANCANG BANGUN MESIN PEWARNAAN DASAR
KAIN BATIK TULIS PADA INDUSTRI KECIL DI
KAMPOENG BATIK JETIS-SIDOARJO**

**M. LUQMAN HAKIM
NRP. 2112 039 005**

**MIFTAHUL AHZABUDDIN
NRP. 2112 039 043**

**Dosen Pembimbing
Ir. NUR HUSODO, M.S**

**Instruktur Pembimbing
MIFTAHUL HUDA, S.T, M.Pd**

**JURUSAN D-3 TEKNIK MESIN PRODUKSI KERJASAMA
ITS – DISNAKERTRANSDUK JAWA TIMUR
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



FINAL PROJECT – TM 0382

**DESIGN AND BUILD OF WRITE BATIK BASE
COLOURING MACHINE FOR SMALL INDUSTRY AT
KAMPOENG BATIK JETIS - SIDOARJO**

**M. LUQMAN HAKIM
NRP. 2112 039 005**

**MIFTAHUL AHZABUDDIN
NRP. 2112 039 043**

**Advisor
Ir. NUR HUSODO, M.S**

**Supervisor
MIFTAHUL HUDA, S.T, M.Pd**

**DEPARTMENT OF D-3 MECHANICAL ENGINEERING
ITS – DISNAKERTRANSDUK EAST JAVA
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN MESIN PEWARNAAN DASAR KAIN BATIK TULIS PADA INDUSTRI KECIL DI KAMPOENG BATIK JETIS-SIDOARJO

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Bidang Studi Elemen Mesin
Program Studi D-3 TEKNIK MESIN
DISNAKERTRANSDUK -ITS
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

1. M. Luqman Hakim (2112039005)
2. Miftahul Ahzabuddin (2112039043)

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Nur Husodo, M.S. (Dosen Pembimbing)
2. Miftahul Huda, S.T, M.Pd (Instruktur Pembimbing)



Surabaya, 20 Juni 2015

**DESIGN AND BUILD OF WRITE BATIK BASE
COLOURING MACHINE FOR SMALL INDUSTRY AT
KAMPOENG BATIK JETIS - SIDOARJO**

Nama : 1. M. Luqman Hakim
2. Miftahul Ahzabuddin
NRP : 1. 2112 039 005
2. 2112 039 043
Jurusan : D3 Teknik Mesin FTI-ITS
Dosen Pembimbing: Ir. NUR HUSODO, M.S

Abstract

Batik is a world cultural heritage from Indonesia and has been recognized by the United Nations Agency for Cultural Affairs (UNESCO). One is the process of making batik on cloth batik coloring. The small industrial base coloring batik cloth is still done manually by hand. This causes poor quality of staining because the resulting color was uneven and mixed with the color motif induced breakdown candle as a cover motif. Therefore needed a machine that could solve the problem, resulting in a uniform color and wakefulness are not mixed with the color motif.

This machine is designed to use two roll mounted on the top and bottom. Fabric stretched around the two-roll. Roll under the spinning as the driver of the cloth roll top spins resulting in uneven coloring. And this machine is expected to support the production capacity of small industries.

From the calculations, the required motor power 0,019 HP, with 1400 rpm motor rotation is reduced by the gearbox with a ratio of 1:30 to move the two roll with a diameter of 100 mm at a speed of 47 rpm fter testing, it was found the quality of the basic fabric dyeing batik occur more evenly and not crack wax.

Keywords: *Coloring Machine, Cloth, Batik, and Two Rolls.*

RANCANG BANGUN MESIN PEWARNAAN DASAR KAIN BATIK TULIS PADA INDUSTRI KECIL DI KAMPOENG BATIK JETIS-SIDOARJO

Nama : 1. M. Luqman Hakim
2. Miftahul Ahzabuddin
NRP : 1. 2112 039 005
2. 2112 039 043
Jurusan : D3 Teknik Mesin FTI-ITS
Dosen Pembimbing: Ir. NUR HUSODO, M.S

Abstrak

Batik merupakan warisan budaya dunia yang berasal dari Indonesia dan sudah diakui oleh Badan Perserikatan Bangsa Bangsa Urusan Kebudayaan (UNESCO). Salah satu proses pembuatan batik adalah pewarnaan pada kain batik. Di industri kecil pewarnaan dasar kain batik masih dilakukan secara manual dengan menggunakan tangan. Hal tersebut menyebabkan rendahnya kualitas pewarnaan karena warna yang dihasilkan kurang merata dan tercampur dengan warna motif yang disebabkan retaknya lilin sebagai penutup motif batik.. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah mesin yang dapat mengatasi masalah tersebut, sehingga menghasilkan warna yang merata dan terjaga tidak tercampur dengan warna motif batik.

Mesin ini dirancang menggunakan dua roll yang dipasang pada bagian atas dan bawah. Kain dibentangkan mengitari dua roll. Roll bawah berputar sebagai penggerak kain maka roll atas turut berputar sehingga menghasilkan pewarnaan merata. Dan diharapkan mesin ini menunjang kapasitas produksi industri kecil.

Dari hasil perhitungan diperoleh daya motor yang dibutuhkan 0,019 HP, dengan putaran motor 1400 rpm yang direduksi oleh gearbox dengan rasio 1:30 untuk menggerakkan dua buah roll yang berdiameter 100 mm dengan kecepatan 47 rpm setelah dilakukan uji coba, didapatkan kualitas pewarnaan dasar kain batik lebih merata dan tidak terjadi retakan lilin.

Kata kunci: *Mesin Pewarnaan, Kain, Batik, dan Dua Buah Roll.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah - Nya, tugas akhir yang berjudul **“Rancang Bangun Mesin Pewarnaan Dasar Kain Batik Tulis pada Industri Kecil di Kampoeng Batik Jetis-Sidoarjo”** ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik dan lancar.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program Studi D3 Teknik Mesin Produksi ITS-Disnaker Surabaya, sesuai dengan kurikulum yang telah ditetapkan. Selain itu, Tugas Akhir ini juga merupakan suatu bukti yang dapat diberikan almamater dan masyarakat.

Banyak pihak yang telah membantu sampai selesainya Tugas Akhir ini. Untuk itu pada kesempatan ini kami sampaikan terima kasih kepada :

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta, beliau selalu mendukung kami dalam segala hal terutama atas do'a restunya sehingga kami mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Nur Husodo, MSc. sebagai Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dengan sabar, dukungan dan saran sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Bapak Ir. Suhariyanto, MT. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin.
4. Ibu Liza Rusdiana, ST.,MT. Selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi D3 Teknik Mesin FTI-ITS.
5. Bapak Miftahul Huda, ST. M.Pd. selaku koordinator program studi di BLKIP Surabaya dan menjadi instruktur pembimbing kami.
6. Bapak Selamat selaku bapak pembimbing lapangan di

UPT Pandai Besi Ngingas, Wedoro, Sidoarjo.

7. Mitra UKM Bapak Rachmad di Kampoeng Batik Tulis Jetis Sidoarjo.
8. Bapak Dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan dan pengembangan Tugas Akhir ini.
9. Seluruh dosen dan staf pengajar Jurusan D3 Teknik Mesin FTI-ITS, yang telah memberikan ilmunya dan membantu semua selama menimba ilmu di bangku kuliah.
10. Semua teman yang telah membantu dan memberikan dukungannya.

Semoga segala keikhlasan dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang terbaik dari Tuhan Yang Maha Esa, Amin.

Sebagai manusia biasa kami menyadari dalam penulisan ini masih terdapat beberapa kesalahan, keterbatasan, dan kekurangan. Oleh karena itu, kami mengharap kritik dan saran membangun sebagai masukan untuk penulis dan kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga dengan penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan, mahasiswa D3 Mesin Disnaker pada khususnya.

Surabaya, 20 Juni 2014

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
 BAB II DASAR TEORI	 5
2.1 Batik Tulis Jetis Sidoarjo.....	5
2.1.1. Proses Pembuatan Batik.....	6
2.2 Perhitungan Torsi dan Daya Motor.....	8
2.3 <i>Belt</i> dan <i>pulley</i>	8
2.3.1. Perhitungan Torsi dan Daya yang ditransmisikan.....	8
2.3.2. Pemilihan <i>belt</i>	9
2.3.3. Pemilihan atau Perhitungan Diameter.....	10
2.3.4. Kecepatan.....	11
2.3.5. Menghitung Panjang Belt.....	11
2.3.6. Sudut Kontak.....	11
2.3.7. Menghitung Gaya Efektif pada <i>Belt</i>	12
2.3.8. Tegangan Maksimum pada <i>Belt</i>	13
2.3.9. Umur <i>Belt</i>	13
2.3.10. Menghitung Jumlah Belt.....	14
2.4 Poros.....	14
2.4.1. Macam-macam Poros.....	14
2.4.2. Hal-hal Penting dalam Perencanaan Poros.....	15
2.4.3. Bahan Poros.....	16

2.4.4. Poros dengan Beban Momen Bending dan Momen Puntir	16
2.5 Pasak	17
2.5.1. Macam-macam Pasak	18
2.5.2. Tinjauan terhadap Geser	20
2.5.3. Tinjauan terhadap Kompresi	21
2.6 Bantalan (<i>Bearing</i>)	22
2.6.1. Rolling Bearing	23
2.6.2. Menghitung Gaya Radial pada Bantalan	24
2.6.3. Menghitung Beban Ekuivalen	24
2.6.4. Menghitung Umur Bantalan	25
BAB III METODOLOGI	27
3.1 Diagram Alir Proses Pembuatan Mesin Pewarnaan Batik	27
3.2 Tahapan Proses Pembuatan Mesin Pewarnaan Batik	28
3.3 Mekanisme Kerja Mesin Pewarnaan Batik	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Perhitungan Gaya	32
4.2 Perhitungan Daya Motor	33
4.3 Perencanaan <i>Belt</i> dan <i>Pulley</i>	33
4.3.1. Menghitung Daya yang Ditransmisikan	34
4.3.2. Menghitung Torsi	34
4.3.3. Memilih Jenis <i>Belt</i>	34
4.3.4. Menghitung Diameter <i>Pulley</i>	35
4.3.5. Menghitung Panjang <i>Belt</i>	35
4.3.6. Menghitung Kecepatan	36
4.3.7. Menghitung Gaya pada <i>Belt</i>	36
4.3.8. Menghitung Tegangan Maksimal	37
4.3.9. Menghitung Prediksi Umur	37
4.3.10. Menghitung Jumlah <i>Belt</i>	38
4.4 Perencanaan Poros	38
4.4.1. Menentukan Momen Bending	41
4.4.2. Menentukan Momen Torsi	46
4.4.3. Menghitung Diameter Poros	47
4.5 Pasak pada Poros Roll	48
4.5.1. Tinjauan terhadap Tegangan Geser pada Poros Roll	48

4.5.1.1. Gaya pada Pasak	48
4.5.1.2. Panjang pada Pasak.....	48
4.5.2. Tinjauan terhadap Tegangan Kompresi pada Poros Roll	49
4.5.2.1. Gaya pada Pasak	49
4.5.2.2. Panjang pada Pasak.....	49
4.6 Perhitungan Bearing pada Poros Roll	50
4.6.1. Gaya Radial pada Bantalan A	50
4.6.2. Gaya Radial pada Bantalan B.....	51
4.6.3. Menghitung Umur Bantalan	52
4.7 Pembahasan.....	53
BAB V PENUTUP	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Belt</i> dan <i>pulley</i>	8
Gambar 2.2 Ukuran penampang v-belt.....	9
Gambar 2.3 Diagram pemilihan v-belt	10
Gambar 2.4 Transmisi <i>belt</i> dan <i>pulley</i>	10
Gambar 2.5 Sudut kontak antara <i>belt</i> dan <i>pulley</i>	12
Gambar 2.6 Distribusi gaya pada <i>belt</i>	12
Gambar 2.7 Kedudukan pasak dalam poros dan hub	18
Gambar 2.8 Macam-macam pasak	19
Gambar 2.9 Gaya yang terjadi pada pasak	19
Gambar 2.10 Luasan tegangan geser.....	20
Gambar 2.11 Luasan tegangan kompresi	21
Gambar 2.12 Bantalan bola	23
Gambar 2.13 Rolling bearing (ball bearing dan roller bearing)	24
Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan mesin pewarnaan batik.....	27
Gambar 3.2 Desain mesin pewarnaan batik	30
Gambar 4.1 Gaya yang bekerja pada <i>pulley</i>	32
Gambar 4.2 Transmisi belt dan pulley pada mesin pewarna batik ...	33
Gambar 4.3 Penampang belt.....	34
Gambar 4.4 Gaya-gaya yang bekerja pada poros	39
Gambar 4.5 Gaya-gaya pada pulley	39
Gambar 4.6 Beban merata pada roll	40
Gambar 4.7 Reaksi tumpuan arah vertikal	41
Gambar 4.8 Tinjauan arah vertikal	42
Gambar 4.9 Potongan momen bending I-I vertikal	42
Gambar 4.10 Potongan momen bending II-II vertikal.....	43
Gambar 4.11 Potongan momen bending III-III vertikal.....	43
Gambar 4.12 Potongan momen bending IV-IV vertikal	44
Gambar 4.13 Diagram momen bending arah verikal.....	45
Gambar 4.14 Diagram gaya geser arah vertikal	46

Gambar 4.15 Gaya geser pada pasak.....48

Gambar 4.16 Gaya kompresi pada pasak49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri di Indonesia sudah berkembang luas. Salah satunya industri batik, merupakan industri yang sangat potensial untuk dikembangkan. Pengakuan UNESCO bahwa batik merupakan warisan dunia dari Indonesia menjadi momentum kebangkitan batik di kawasan Jetis, Sidoarjo Kota yang dikenal dengan “Kampoeng Batik” Jetis. Pembuatan batik tulis melalui tiga tahap yaitu peletakan lilin, pewarnaan dan penghilangan lilin. Proses pewarnaan dasar pada kain batik tulis menggunakan tenaga manusia sehingga waktu yang dibutuhkan cukup lama dan kurang merata.

Membatik telah diwariskan secara turun temurun hingga saat ini. Dengan pola tradisional ini, sejak dahulu masyarakat menuangkan imajinasi melalui gambar pada batik. Masyarakat juga telah mengenal seni pewarnaan tradisional dengan bahan-bahan alami sebelum mengenal pewarnaan dengan bahan kimia. Batik yang tersebar hampir diseluruh Indonesia memiliki bentuk ragam hias yang berbeda-beda diantara satu dan lainnya. Pada tahun 2009, Batik diakui UNESCO sebagai Warisan Budaya Takbenda dari Indonesia (ditindb, n.d.). Pewarnaan dasar pada kain batik tulis menggunakan bak celup. Kurniadi (1996:20) berpendapat “Bak celup diperuntukkan untuk memberi warna pada kain dengan jenis warna tertentu, sehingga besar kecil bak celup serta jumlah bak celup disesuaikan dengan kebutuhan. Yang perlu diperhatikan didalam penyediaan bak celup adalah bak celup tersebut kuat atau tidak bocor dan dapat menampung kain yang dicelup”.

Pewarna kimia berbahaya seperti Naptol yang lazim digunakan dalam industri batik, merupakan bahan kimia yang termasuk dalam kategori B3 (bahan beracun berbahaya) ini dapat pemicu terbentuk kanker pada kulit. Selain itu, limbah pewarna yang dibuang sembarangan, juga bisa mencemari lingkungan sungai, sehingga ekosistem sungai tercemar. Akibatnya, ikan-ikan mati dan air sungai tidak dapat dimanfaatkan lagi (Rintayati, 2011).

Rancangan mesin pewarnaan dasar pada kain batik tulis menggunakan mesin dengan 2 buah roll yang disusun pada bagian atas dan bawah. Kain dililitkan pada kedua buah roll. Roll bawah berada dalam wadah pewarnaan dan dihubungkan dengan motor sebagai penggerak sehingga kain dapat berjalan vertikal yang dapat menggerakkan roll bagian atas. Kain bagian bawah tercelup dengan pewarna secara kontinyu sehingga dapat mempercepat proses pewarnaan.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam mesin rancang bangun ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang proses pewarnaan dasar kain batik dengan 2 buah roll.
2. Menentukan besar gaya dan daya serta menghitung elemen-elemen mesin yang terdapat pada mesin pewarnaan dasar kain batik.
3. Mewujudkan mesin pewarnaan dasar kain batik yang mudah pengoperasian untuk menghasilkan pewarnaan merata.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan-tujuan perencanaan dan memperjelas lingkup permasalahan yang akan dibahas, maka perlu ditentukan batasan-batasan masalahnya agar pembahasan tidak meluas, diantara parameter-parameter tersebut adalah :

1. Spesimen yang digunakan adalah kain batik dengan panjang 2 meter dan lebar 1,15 meter.
2. Diameter dua buah roll yang digunakan 100 mm.
3. Fluida cairan pewarna kain batik diabaikan.
4. Kekuatan sambungan las pada rangka diasumsikan aman untuk pemakaian.
5. Sistem kelistrikan tidak dibahas lebih lanjut.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari perencanaan *Rancang Bangun Mesin Pewarnaan Dasar Kain Batik Tulis* ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh rancangan mesin pewarnaan dasar kain batik dengan 2 buah roll yang memiliki kemampuan kerja yang baik sehingga dapat membantu industri batik tulis.
2. Mengetahui perhitungan elemen mesin yang digunakan antara lain: gaya dan daya yang dibutuhkan, kecepatan roll untuk menjalankan kain batik, tipe *belt* dan *pulley* yang sesuai, diameter poros yang aman, daya motor dan bearing yang sesuai.
3. Mendapatkan mesin pewarnaan dasar kain batik yang mudah pengoperasian untuk menghasilkan pewarnaan merata dan mempercepat produktivitas batik.

Manfaat dari perencanaan *Rancang Bangun Mesin Pewarnaan Dasar Kain Batik Tulis* ini adalah sebagai berikut:

1. Proses pewarnaan dasar kain batik menggunakan 2 buah roll akan lebih efektif dan efisien karena kain bergerak tercelup pada pewarna secara kontinyu.
2. Mencegah timbulnya penyakit akibat kulit bersentuhan langsung dengan pewarna berbahan kimia.
3. Mesin pewarnaan dasar kain batik dapat diaplikasikan dan bermanfaat bagi industri kecil.

1.5 Sistematika Penulisan

Penyusunan Tugas Akhir ini terbagi dalam lima bab yang secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas bagaimana tinjauan umum tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat serta sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II. DASAR TEORI

Pada bab ini dijelaskan mengenai teori penunjang dan dasar perhitungan yang mendukung dalam pembuatan laporan tugas akhir.

BAB III. METODOLOGI

Pada bab ini akan dibahas mengenai metodologi perencanaan pembuatan alat, diagram alir pembuatan alat dan proses mekanisme kerja alat.

BAB IV. PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai tentang pengujian elemen mesin yang didapat setelah perencanaan dan perhitungan elemen mesin.

BAB V. PENUTUP

Memuat kesimpulan berdasarkan tujuan Tugas Akhir dan rumusan masalah yang dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

DASAR TEORI

Bab ini akan dibahas mengenai teori-teori dasar, rumusan dan konsep yang melatar belakangi perencanaan ini yang nantinya digunakan dalam perhitungan elemen mesin yaitu, kapasitas mesin yang digunakan, daya yang ditransmisikan, *belt* dan *pulley*, poros, pasak, bearing, pegas dan daya motor yang diperlukan untuk proses pewarnaan dasar kain batik.

2.1 Batik Tulis Jetis Sidoarjo

Secara bahasa, batik berasal dari bahasa Jawa, yaitu *amba* dan *nitik* yang artinya menuliskan atau menorehkan titik-titik. Batik merupakan kain bergambar yang dibuat secara khusus dengan cara menuliskan malam pada kain dan pengolahannya diproses dengan cara tertentu (Asikin, 2008). Batik ini dikerjakan secara manual atau dalam pembuatan pola serta pengisian warna dalam pola-polanya dilakukan dengan menggunakan tangan manusia. Mengingat pengerjaannya dilakukan secara manual, membuat batik tulis membutuhkan waktu yang relatif lama (Setiati, 2007).

Batik adalah warisan kemanusiaan untuk budaya lisan dan non bendawi (*Masterpieces of the Oral and Intangible Cultural Heritage of Humanity*) dari Indonesia (UNESCO, 2009). Oleh karena itu, batik merupakan kebanggaan masyarakat Indonesia dan sekarang sudah menjadi pakaian nasional bahkan digemari pula oleh masyarakat di mancanegara. Saat ini, batik tidak hanya sebagai pakaian tradisional, tetapi sudah mengikuti perkembangan mode busana baik bagi wanita maupun pria. Bahkan beberapa desainer interior memanfaatkannya sebagai perlengkapan rumah tangga, aksesoris, tas, ataupun yang lain.

Kampoeng Batik Jetis Sidoarjo merupakan salah satu penghasil batik tulis. Batik Sidoarjo yang mencuatkan warna merah cukup dominan. Ornamennya menampilkan daun keladi dan ceplok-ceplok bunga bermekaran, motif bunga matahari, daun pakis, kupu-kupu dan mahkota (Anshori & Kusrianto, 2011).

2.1.1 Proses Pembuatan Batik

Pembuatan batik tulis melalui beberapa proses, yaitu :

1. Menyiapkan kain
Jenis kain yang digunakan di kampoeng Batik Jetis adalah katun prima berukuran panjang 2 meter dan lebar 1,15 meter.
2. Merancang desain
Membuat motif batik pada kertas kalkir dengan pensil maupun dengan tinta. Proses selanjutnya adalah menggambar pola, yaitu menjiplakkan master desain tersebut keatas kain yang siap dibatik.
3. Pencantingan
Menggambar outline motif dengan canting. Tujuan langkah ini adalah menutup kain bagian yang digambar dengan malam.
4. Nerusi
Dilakukan pada batik halus, dimana prosesnya melakukan pencantingan pada permukaan kain sebaliknya. Ini yang akan membuat kain batik dapat dilihat dikedua sisi terlihat sama.
5. Nemboki
Proses menutup bagian-bagian yang akan dibiarkan tetap berwarna putih setelah proses pencelupan warna pertama. Nemboki menggunakan canting bermulut lebar atau menggunakan kuas karena mengcover bidang yang luas.
6. Pewarnaan
Proses pewarnaan memiliki istilah-istilah sebagai berikut :
 - a. Medel : mewarnai dengan warna hitam atau warna gelap lainnya.
 - b. Mbironi : mencelup dengan warna biru.

- c. Nyogo : Mencelup ke dalam zat pewarna merah atau coklat kemerahan.

Bahan pewarna dalam membatik dapat dikelompokkan menjadi dua macam :

- 1) Bahan Pewarna Alam
Bahan pewarna tersebut, misalnya dari rebusan kulit-kulit kayu, babakan kayu, bunga, buah dan daun-daun.
- 2) Bahan Pewarna Sintetis
Zat ini merupakan campuran zat-zat kimia tertentu yang jenisnya antara lain :
 - a) Cat indigo
 - b) Cat soja
 - c) Cat naphthol
 - d) Cat rapid
 - e) Cat indanthren
 - f) Cat basis
 - g) Cat procion
 - h) Indigosol
 - i) Prada dan
 - j) Bahan pembantu

Alat untuk pencelupan berupa :

- a) Lerengan berupa bak kayu atau kolam.
 - b) Sarung tangan dari karet.
 - c) Canting gayung yang tidak mudah berkarat untuk mengambil larutan pewarna.
 - d) Sampiran atau jemuran.
 - e) Tong atau kolam pembasuh untuk mencuci kain yang telah dicelup.
7. Pencoletan
Proses pemberian warna secara langsung pada bidang-bidang motif dimana bidang ini relatif sempit yang dibatasi malam sehingga tidak efektif apabila dicelup.
8. Mengunci warna
Kain diberi zat kimia yang berfungsi mengikat supaya tidak luntur atau pudar.
9. Nglorod
Melarutkan malam pada permukaan kain dimasukkan dalam bejana yang berisi air panas mendidih.

2.2 Perhitungan Torsi dan Daya Motor

Torsi dan daya pada motor dapat dihitung dengan rumus di bawah ini : (Collins Jack A, 2003 : 180)

$$T = 63.025 \frac{P}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

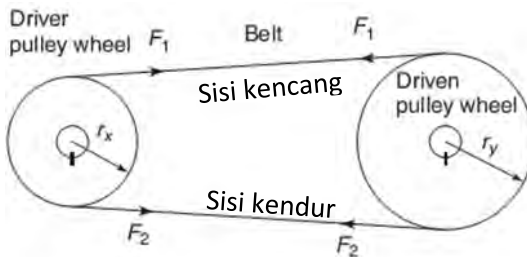
T = Torsi, lbf.in

P = Daya, HP

2.3 Belt dan Pulley

Belt termasuk alat pemindah daya yang cukup sederhana dibandingkan rantai dan roda gigi. *Belt* terpasang pada dua buah *pulley* atau lebih, *pulley* pertama sebagai penggerak sedangkan *pulley* kedua sebagai *pulley* yang digerakkan. Sedangkan *belt* yang digunakan adalah jenis V-belt dengan penampang melintang berbentuk trapesium.

Jenis V-belt terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Tenunan atau semacamnya dipergunakan sebagai inti *belt* untuk membawa tarikan yang besar. V-belt dibelitkan dikeliling alur *pulley* yang berbentuk V-belt pula.



Gambar 2.1 *Belt dan pulley*
(John Bird & Cart Ross, 2015 hal 133)

2.3.1 Perhitungan Torsi dan Daya yang ditransmisikan

Supaya hasil perencanaan aman, maka besarnya torsi dan daya untuk perencanaan dinaikkan sedikit dari daya yang ditransmisikan (P), yang disebut dengan daya perencanaan atau daya desain (P_d) yang dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$P_d = f_c \cdot P \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

P_d = Daya Perencanaan

f_c = Faktor koreksi (lampiran 6)

P = Daya yang ditransmisikan

Torsi satuannya kgf.mm dan Daya satuannya kW

(Sularso, 2000:7)

$$T = 9,74.10^5 \frac{P_d}{n} \dots\dots\dots(2.2a)$$

Dimana :

T = Torsi , kgf.mm

P_d = Daya, kW

Torsi satuannya kgf.cm dan Daya satuannya HP

(Dobrovolsky,1985 : 401)

$$T = 71.620 \frac{P}{n} \dots\dots\dots(2.2b)$$

Dimana :

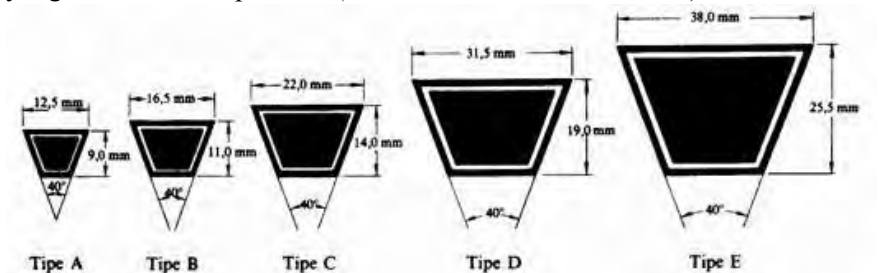
T = Torsi, kgf.cm

P = daya, HP

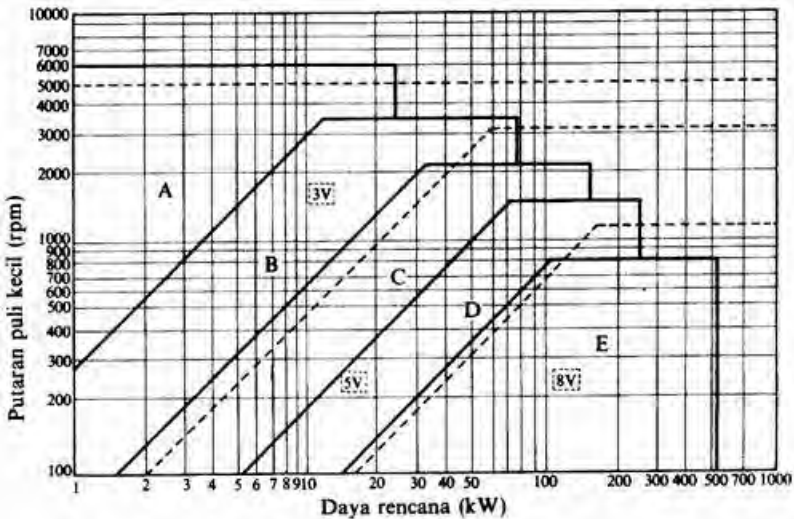
n = putaran poros, rpm

2.3.2 Pemilihan Belt

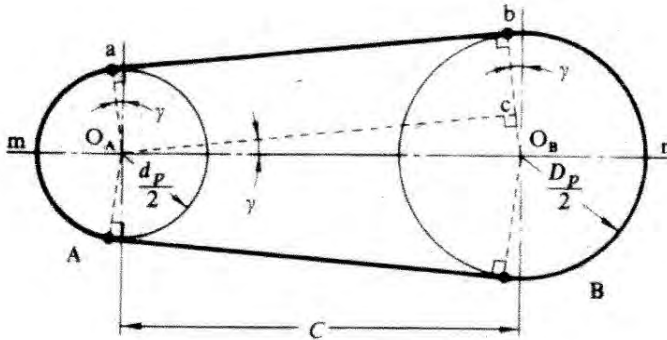
Belt dipilih berdasarkan daya perencanaan (P_d) dan putaran pulley kecil (n_2), dengan menggunakan Gambar 2.2 maka jenis belt yang sesuai akan diperoleh. (Sumber : Sularso, 2002 : 164)



Gambar 2.2 Ukuran penampang v-belt



Gambar 2.3 Diagram pemilihan v-belt



Gambar 2.4 Transmisi belt dan pulley
(Sularso, Kiyokatsu Suga; 1991.Hal 168)

2.3.3 Pemilihan atau Perhitungan Diameter

Untuk memilih atau menghitung besarnya diameter *pulley*, dapat menggunakan rumus perbandingan putaran (i).
(Sumber: Sularso, 2002 : 166)

$$i = \frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

- D_1 = Diameter *pulley* penggerak, mm
- D_2 = Diameter *pulley* yang digerakkan, mm
- n_1 = Putaran motor, rpm
- n_2 = Putaran motor setelah ditransmisikan, rpm

2.3.4 Kecepatan

Besarnya kecepatan yang biasa dilambangkan “v” dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$v = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

- v = kecepatan, m/s
- D_1 = diameter *pulley* penggerak, mm
- n_1 = putaran *pulley*, rpm

2.3.5 Menghitung Panjang Belt

Untuk menghitung panjang *belt* yang akan dipakai digunakan rumus : (*Sumber : Sularso, 2002 : 168*)

$$L = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2} (D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 \cdot C} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

- L = Panjang *belt*, mm
- C = Jarak antar poros, mm
- D_2 = Diameter *pulley* yang digerakkan, mm
- D_1 = Diameter *pulley* penggerak, mm

2.3.6 Sudut Kontak

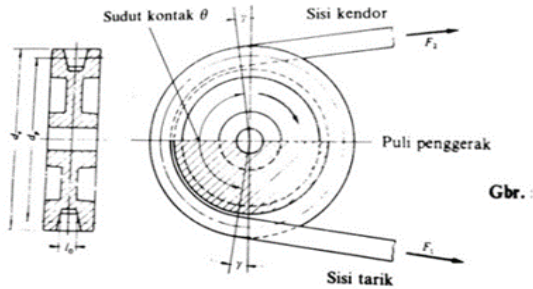
Besarnya sudut kontak antara *pulley* dan *belt* dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\alpha = 180 - \frac{D_2 - D_1}{C} 60^\circ \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

- α = sudut kontak, ($^\circ$)
- D_2 = diameter *pulley* yang digerakkan, (mm)

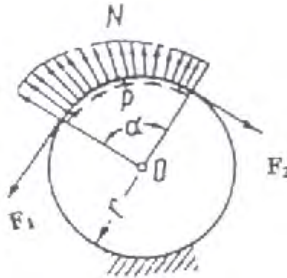
D_1 = diameter pulley penggerak, (mm)
 C = jarak antar poros, (mm)
 (Sumber : Robert L. Mott, 2004 : 242)



Gambar 2.5 Sudut kontak antara *belt* dan *pulley*

2.3.7 Menghitung Gaya Efektif pada *Belt*

Belt memiliki 2 gaya pada saat berputar yaitu gaya disisi tarik (F_1) dan gaya disisi kendur (F_2) gaya yang timbul pada F_1 lebih besar dari F_2 . (Dobrovolsky, 1985: 206)



Gambar 2.6 Distribusi gaya pada *belt*

$$F_e = F_1 - F_2 \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{f \cdot \alpha}$$

Dimana :

F_1 = Gaya yang menarik *belt*, N

F_2 = Gaya pada *belt* yang kendur, N

α = Sudut kontak *belt*, *rad*
 F = Koefisien gesek = 0,3 (lampiran 9)
 P = Distribusi gaya
 N = Gaya normal

2.3.8 Tegangan Maksimum pada *Belt*

Tegangan yang timbul ketika *belt* sedang bekerja dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma_{max} = \frac{F_o}{A} + \frac{F_e}{2 \cdot A} + \frac{\gamma \cdot v^2}{10 \cdot g} + E_b \frac{h}{D_{min}} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

F_o = Gaya awal, kgf/cm^2
 A = Luas penampang *belt*
 = $b \cdot h$ (b = lebar *belt*; h = tebal *belt*)
 F_e = Gaya efektif
 γ = Berat spesifik; $\gamma = 1,3 \text{ kgf/dm}^3$ (lampiran 8)
 v = Kecepatan keliling, m/s
 g = Gaya gravitasi
 E_b = Modulus elastisitas bahan *belt*; $E_b = 300 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
 D_{min} = Diameter *pulley* yang kecil

2.3.9 Umur *Belt*

Umur *belt* dapat dihitung dengan rumus umum sebagai berikut:

$$H = \frac{N_{base}}{3600 \cdot u \cdot X} \left(\frac{\sigma_{fat}}{\sigma_{max}} \right)^m \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

H = Umur *belt*, jam
 N_{base} = Basis dari fatigue test yaitu 10^7 cycle
 σ_{max} = Tegangan maksimum yang timbul
 u = Jumlah putaran per detik, atau v/L
 = (v = kecepatan, m/s dan L = panjang *belt*, m)
 X = Jumlah *belt* yang berputar

Nilai σ_{fat} dan m ditentukan berdasarkan bahan dan tipe *belt* :

❖ Untuk *belt* datar nilai $m = 5$ dan untuk V-*belt* nilai $m = 8$

❖ $N_{base} = 10^7$ cycle, maka harga σ_{fat} adalah :

Untuk V-*belt* : $\sigma_{fat} = 90 \text{ kgf/cm}^2$

2.3.10 Menghitung Jumlah Belt

Untuk menghitung jumlah belt yang akan digunakan dapat dicari dengan menggunakan rumus : (*Sumber : Robert L. Mott, 2004 : 173*)

$$N = \frac{P_d}{P_o \cdot K_\theta} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :

- N = Jumlah belt, buah
- P_d = Daya perencanaan, kW
- P_o = Kapasitas daya yang ditranmisikan untuk satu sabuk, kW (lampiran 14)
- K_θ = Faktor koreksi (lampiran 13)

2.4 Poros

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros.

Pada perhitungan poros, yang dihitung adalah diameter poros, sehingga perlu diketahui tegangan yang diterima atau yang ditimbulkan oleh mekanisme yang terpasang pada poros, seperti momen bending, torsi, atau kombinasi momen bending dan torsi. Jika diperkirakan akan terjadi pembebanan berupa lenturan, tarikan, atau tekanan, misalnya sebuah *belt*, rantai atau roda gigi dipasangkan pada poros motor, maka kemungkinan adanya pembebanan tambahan tersebut perlu diperhitungkan dalam faktor keamanan yang diambil.

2.4.1 Macam-macam Poros

Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai berikut :

1. Poros transmisi (*line shaft*)

Poros ini mendapat beban puntir dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, *belt pulley*, rantai dan lain-lain.

2. Spindel (*spindle*)
Poros yang pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban.
3. Gandar (*axle*)
Poros ini dipasang antara roda-roda kereta api, tidak mendapat beban puntir dan tidak berputar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali bila digerakkan oleh penggerak mula, maka poros akan mengalami beban puntir.
4. Poros (*shaft*)
Poros yang ikut berputar untuk memindahkan daya dari mesin ke mekanisme yang digerakkan. Poros ini mendapat beban puntir murni dan lentur.
5. Poros luwes
Poros yang berfungsi untuk memindahkan daya dari dua mekanisme, dimana putaran poros dapat membentuk sudut dengan poros lainnya, daya yang dipindahkan biasanya kecil.

2.4.2 Hal-hal Penting dalam Perencanaan Poros

Untuk merencanakan sebuah poros, hal-hal berikut ini perlu diperhatikan :

1. Kekuatan poros
Suatu poros transmisi dapat mengalami beban puntir atau lentur atau gabungan antara puntir dan lentur seperti telah diutarakan di atas. Juga ada poros yang mendapat beban tarik atau tekan seperti poros baling-baling kapal atau turbin, dan lain-lain.
Kelelahan, tumbukan atau pengaruh konsentrasi tegangan bila diameter poros diperkecil (poros bertangga) atau bila poros mempunyai alur pasak, harus diperhatikan. Sebuah poros harus direncanakan hingga cukup kuat untuk menahan beban-beban diatas.
2. Kekakuan poros
Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan puntirannya terlalu besar akan mengakibatkan ketidak-telitian (pada mesin perkakas) atau

getaran dan suara (misalnya pada turbin dan kotak roda gigi). Karena itu, disamping kekuatan poros, kekuatannya juga diperhatikan dan disesuaikan dengan macam mesin yang akan dilayani poros tersebut.

3. Putaran kritis

Jika putaran mesin dinaikkan dan menimbulkan getaran yang cukup besar maka getaran itu disebut putaran kritis. Oleh sebab itu maka poros harus direncanakan sedemikian rupa sehingga putaran poros lebih rendah dari putaran kritis.

4. Korosi

Bahan – bahan anti korosi harus dipilih untuk propeller, pompa bila terjadi kontak dengan media yang korosif. Demikian pula untuk poros yang terjadi kavitasi pada poros mesin yang berhenti lama.

2.4.3 Bahan Poros

Secara umum untuk poros dengan diameter 3-3,5 in dipergunakan bahan yang dibuat dengan pengerjaan dingin, baja karbon. Dan bila yang dibutuhkan untuk mampu menahan beban kejut, kekerasan dan tegangan yang besar maka dipakai bahan baja paduan, yang dapat dilihat pada tabel (ASME 1347, 3140, 4150, 4340, 5145, 8650) yang biasa disebut bahan komersial. Bila diperlukan pengerasan permukaan, maka perlu dipakai baja yang dikarburising (misal : ASME 1020, 1117, 2315, 4320, 8620, atau G4102, G4103, G4104 , dan sebagainya). Untuk poros-poros yang bentuknya sulit seperti : poros engkol, maka sebaiknya memakai besi cor.

2.4.4 Poros dengan Beban Momen Bending dan Momen Puntir

Poros mendapat beban torsi dan bending karena meneruskan daya melalui *belt*, roda gigi ataupun rantai sehingga pada permukaan poros akan terjadi tegangan geser dan tegangan karena bending.

Dengan mengingat macam beban, sifat beban, dan lain-lain, ASME menganjurkan suatu rumus yang sederhana untuk menghitung diameter poros dimana sudah dimasukkan pengaruh

kelelahan karena beban berulang. Faktor koreksi yang digunakan adalah K_t untuk momen torsi yang besarnya 1-1,5 jika terjadi sedikit kejutan, K_m untuk momen bending yang besarnya 1,5-2 jika terjadi tumbukan ringan.

Persamaan yang digunakan untuk mencari diameter poros :
(Sumber : Sularso, 2002 : 8)

$$D \geq \left[\frac{32 \cdot n}{\pi \cdot S_{yp}} \sqrt{(M)^2 + (T)^2} \right]^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots (2.11)$$

dimana :

D = diameter poros, mm

M = momen bending, kgf.mm

T = momen torsi, kgf.mm

2.5 Pasak

Pasak adalah elemen dari mesin yang digunakan untuk menyambung dan untuk menjaga hubungan putaran relative antara poros dari mesin dengan elemen atau “hub” seperti roda gigi, *pulley*, *sprocket* dan sebagainya, yang disambungkan dengan poros dengan poros elemen tersebut.

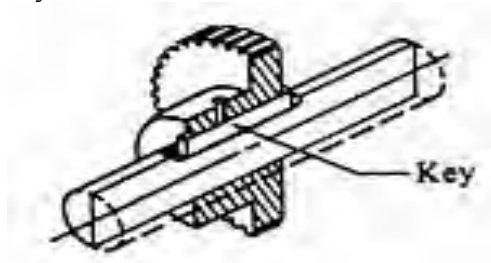
Distribusi tegangan secara aktual pada sambungan pasak tidak dapat diketahui secara lengkap, maka dalam perhitungan tegangan disarankan menggunakan faktor keamanan sebagai berikut :

- a. Untuk torsi yang tetap dan konstan $S_f = 1,5$
- b. Untuk beban kejut yang kecil (rendah) $S_f = 2,5$
- c. Untuk beban kejut yang besar terutama bolak – balik $S_f = 4,5$

Pada pasak yang rata, sisi sampingnya harus pas dengan alur pasak agar pasak tidak menjadi goyah dan rusak. ukuran dan standard yang digunakan terdapat dalam lapisan. Untuk pasak, umumnya dipilih bahan yang mempunyai kekuatan tarik lebih dari 60 kgf/ mm, lebih kuat daripada porosnya. Kadang sengaja 2 dipilih bahan yang sengaja lemah untuk pasak, sehingga pasak terlebih dahulu rusak daripada porosnya. Ini disebabkan harga pasak yang murah serta mudah menggantinya.

Sedangkan untuk melindungi “hub” supaya tidak rusak maka panjang dari “hub” dibuat 25% lebih panjang dari ukuran diameter

porosnya .Panjang pasak juga dibuat 25% lebih besar dari ukuran diameter porosnya.



Gambar 2.7 Kedudukan pasak dalam poros dan hub

2.5.1 Macam-macam Pasak

Menurut bentuk dasarnya pasak dapat dibedakan menjadi :

1. Pasak datar (*square key*)
2. Pasak Tirus (*tapered key*)
3. Pasak setengah silinder (*wood ruff key*)

Menurut arah gayanya sebagai berikut :

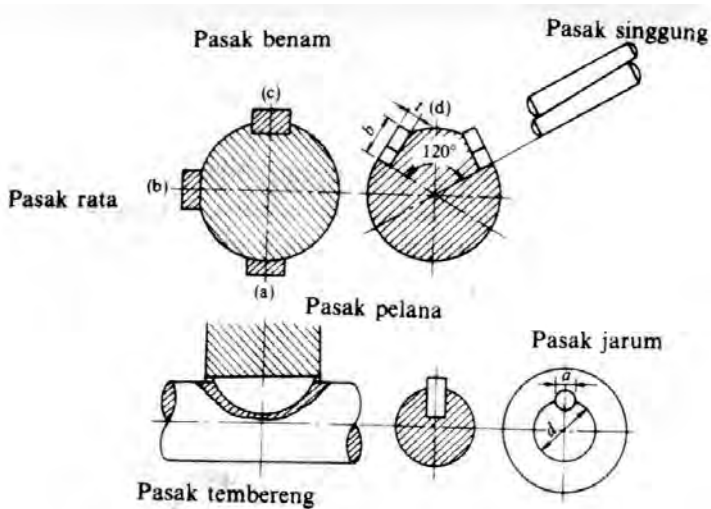
1. Pasak memanjang

Pasak memanjang disebut dengan *spie*, dimana *spie* menerima gaya sepanjang pasak atau gaya-gaya yang bekerja terbagi secara merata sepanjang pasak. Pasak ini digolongkan menjadi pasak baji, pasak kepala, pasak benam dan pasak tembereng.

2. Pasak melintang

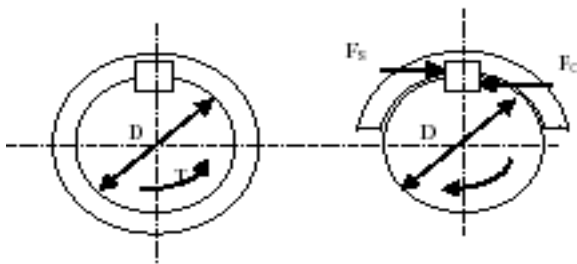
Pasak memanjang disebut dengan *pen*, dimana menerima gaya melintang penampang pen. Ditinjau dari gaya yang diterima oleh pen dapat dibedakan atas, gaya tarik, gaya geser, gaya tekan, dan kadang-kadang ada juga gaya bending.

Pen ini dibagi dua yaitu pen berbentuk pipih dan pen berbentuk silindris.



Gambar 2.8 *Macam-macam pasak*

Pada perencanaan mesin pewarnaan ini dipakai tipe pasak datar segi empat karena dapat meneruskan momen yang besar. Pasak ini mempunyai dimensi lebar (W) dan panjang (L) yang besarnya sama, kurang lebih seperempat dari diameter poros. Perlu diperhatikan bahwa lebar pasak sebaiknya antara 25 - 35% dari diameter poros, dan panjang pasak jangan terlalu panjang dibandingkan dengan diameter poros (antara 0,75 sampai 1,5 D). Karena lebar dan tinggi pasak sudah distandardkan.

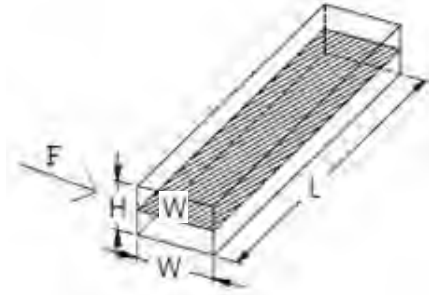


Gambar 2.9 *Gaya yang terjadi pada pasak*

Keterangan :

- D = Diameter poros (mm)
T = Torsi yang ditransmisikan (kgf.mm)
 F_s = Gaya geser (kgf/mm²)
 F_c = Gaya kompresi (kgf/mm²)

2.5.2 Tinjauan terhadap geser



Gambar 2.10 Luasan tegangan geser

Besarnya gaya F adalah :

$$T = F(D/2) \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

- F = Gaya pada pasak, kgf
D = Diameter poros, mm
T = Torsi yang ditransmisikan, kgf.mm

Pada pasak gaya F akan menimbulkan tegangan geser :

$$\tau_s = \frac{F}{A} = \frac{2T}{W \cdot L \cdot D} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

- τ_s = Tegangan geser, kgf/mm²
W = Lebar pasak, mm
L = Panjang pasak, mm
D_p = Diameter poros, mm
T = Torsi, kgf.mm

Supaya pasak aman, maka syarat yang harus dipenuhi adalah panjang pasak pada tegangan geser :

$$\frac{2.T}{W.L.D} \leq \frac{\sigma_{syp}}{S_f}$$

$$L \geq \frac{2.T.S_f}{W.D.\sigma_{syp}} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

W = Sisi pasak, mm

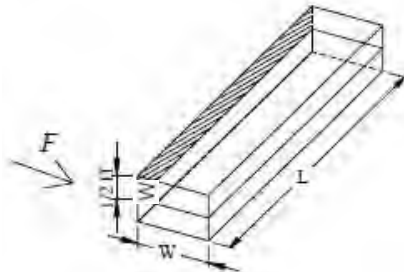
D_p = Diameter poros, mm

T = Torsi, kgf.mm

S_f = Faktor keamanan

σ_{syp} = 58 kgf/mm² (bahan AISI 1045, lambang S45C dan baja karbon kontruksi mesin, terlampir)

2.5.3 Tinjauan terhadap kompresi



Gambar 2.11 Luasan tegangan kompresi

Pada pasak akan menimbulkan tegangan kompresi :

$$\sigma_c = \frac{F}{A} = \frac{2T}{D \cdot 0,5H \cdot L} = \frac{4T}{D \cdot H \cdot L} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :

σ_c = Tegangan kompresi, kgf/mm²

W = Lebar pasak, mm

L = Panjang pasak, mm

D = Diameter poros, mm

T = Torsi, kgf.mm

Supaya pasak aman, maka syarat yang harus dipenuhi adalah Panjang pasak pada tegangan kompresi :

$$\frac{4.T}{W.L.D} \leq \frac{\sigma_{syp}}{S_f}$$

$$L \geq \frac{4.T.S_f}{W.D .\sigma_{syp}} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :

W = Sisi pasak, mm

D = Diameter poros, mm

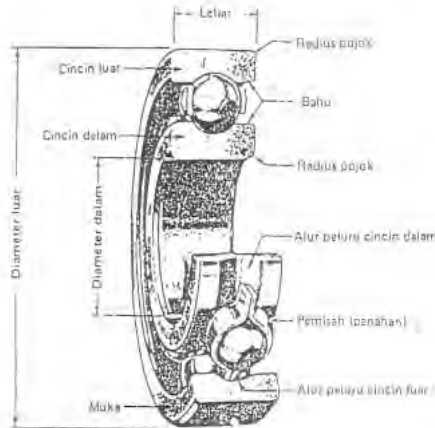
T = Torsi, kgf.mm

S_f = Faktor keamanan

σ_{syp} = 58 kgf/mm² (bahan AISI 1045, lambang S45C dan baja karbon kontruksi mesin, terlampir)

2.6 Bantalan (*Bearing*)

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan poros dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik atau menahan gaya yang terjadi pada poros. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka proses seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja secara semestinya. Konstruksi antara poros dengan bearing dapat dilihat pada Gambar. Pada sub bab ini yang akan dibahas adalah rolling bearing.

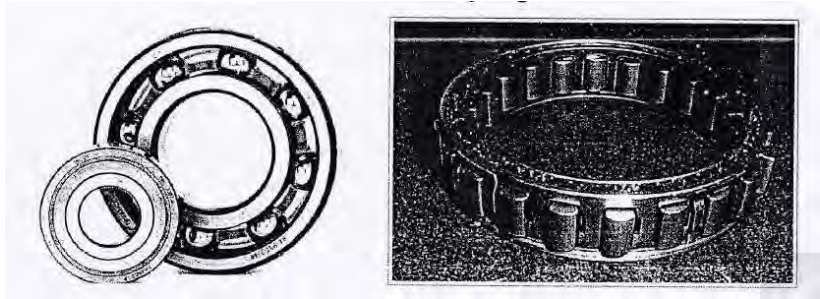


Gambar 2.12 Bantalan bola

2.6.1. Rolling Bearing

Pada bearing ini terjadi gesekan antara bagian yang berputar dengan bagian yang diam melalui elemen gelinding yang berbentuk bola atau peluru, rol atau rol jarum dan rol bulat. Rolling bearing pada umumnya lebih cocok untuk beban kecil putaran tinggi, tergantung pada bentuk elemen gelindingnya. Putaran pada bantalan ini dibatasi oleh gaya sentrifugal yang timbul pada elemen gelinding tersebut. Karena konstruksinya yang kompleks dan ketelitiannya yang tinggi, maka rolling bearing hanya dapat dibuat oleh pabrik-pabrik tertentu saja. Harganya pada umumnya lebih mahal daripada journal bearing. Untuk menekan biaya pembuatan serta memudahkan pemakaian, rolling bearing diproduksi menurut standar tertentu dengan berbagai ukuran dan bentuk.

Keunggulan *bearing* ini adalah gesekannya yang sangat rendah dan pelumasannya sangat sederhana, cukup dengan gemuk, bahkan pada bearing tertentu yang memakai seal sendiri tak perlu pelumasan lagi. Meskipun ketelitiannya sangat tinggi, namun karena adanya gesekan elemen gelinding dan sangkar, maka pada putaran tinggi bearing ini agak gaduh dibandingkan dengan *journal bearing*.



Gambar 2.13 *Rolling bearing (ball bearing dan roller bearing)*

2.6.2. Menghitung Gaya Radial Pada Bantalan

Gaya radial bantalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$F_r = \sqrt{(F_H)^2 + (F_v)^2} \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana :

F_r = beban radial dalam, *lb*

F_H = gaya sumbu horizontal, *lb*

F_v = gaya sumbu vertikal, *lb*

2.6.3. Menghitung Beban Ekuivalen

Sesuai dengan definisi dari AFBMA yang dimaksud dengan Beban ekuivalen adalah beban radial yang konstan dan bekerja pada bantalan dengan ring dalam berputar, sedangkan ring luar tetap. Ini akan memberikan umur yang sama seperti pada bantalan bekerja dengan kondisi nyata untuk beban dan putaran yang sama.

Untuk menghitung beban ekuivalen pada bantalan dapat menggunakan rumus :

$$P = X.V.F_r + Y.F_a \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana :

P = beban ekivalen (*lb*)

F_r = beban radial (*lb*)

F_a = beban aksial (*lb*)

V = faktor putaran konstanta

= 1,0 untuk ring dalam berputar

= 1,2 untuk ring luar berputar

X = konstanta radial dari tabel

V = konstanta aksial dari tabel yang sama

2.6.4. Menghitung Umur Bantalan

Dalam memilih bantalan gelinding umur bantalan sangat perlu diperhatikan. Ada beberapa definisi mengenai umur bantalan, yaitu :

a. Umur (*Life*)

Didefinisikan sebagai jumlah perputaran yang dapat dicapai dari bantalan sebelum mengalami kerusakan atau kegagalan yang pertama pada masing-masing elemennya seperti ring bola atau roll.

b. Kualitas Umur Bantalan (*Rating Life*)

Didefinisikan sebagai umur yang dicapai berdasarkan kualitas (reliability) 90% berarti dianggap 10% kegagalan dari jumlah perputaran. Umur ini disimbolkan dengan L_{10} dalam jumlah perputaran atau L_{10h} dengan satuan jam dengan anggapan putarannya konstan.

c. Kemampuan Menerima Beban Dinamis (*Basic Dynamic Load Rating*)

Disebut juga dengan basic load rating (beban dinamic) diartikan sebagai beban yang mampu diterima dalam keadaan dinamis berputar dengan jumlah putaran konstan 10 putaran dengan ring luar tetap dan ring dalam yang berputar.

d. Kemampuan Menerima Beban Statis (*Basic Static Load Rating*)

Didefinisikan sebagai jumlah beban radial yang mempunyai hubungan dengan defleksi total yang terjadi secara permanen pada elemen-elemen bantalannya, yang diberikan bidang tekanan, disimbolkan dengan C .

Umur dari bantalan dapat dihitung dengan persamaan:

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \cdot n_p} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^b \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana :

L_{10} = umur bantalan, jam kerja

C = diperoleh dari tabel bantalan sesuai dengan diameter dalam bantalan yang diketahui (lampiran)

P = beban equivalent

b = 3, untuk bantalan bola

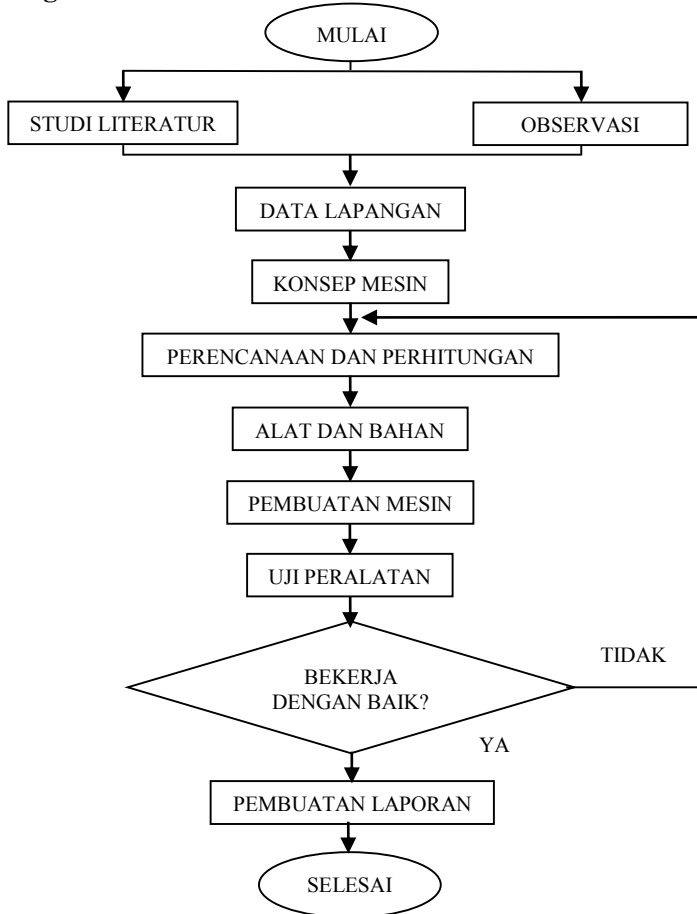
= 10/3, untuk bantalan roll

n_p = putaran poros, rpm

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini akan dibahas secara detail mengenai perencanaan dan pembuatan alat, secara keseluruhan proses pembuatan dan penyelesaian Tugas Akhir ini digambarkan dalam diagram alir atau flow chart di bawah ini.

3.1. Diagram Alir Proses Pembuatan Mesin Pewarnaan Batik



Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan mesin pewarnaan batik

3.2. Tahapan Proses Pembuatan Mesin Pewarnaan Batik

Proses dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini melalui beberapa tahap sebagai berikut:

1. Observasi

Observasi atau studi lapangan ini dilakukan dengan survei langsung. Hal ini dilakukan dalam rangka pencarian data yang nantinya dapat menunjang penyelesaian tugas akhir ini.

2. Studi literatur

Pada studi literatur meliputi proses mencari dan mempelajari bahan pustaka yang berkaitan dengan segala permasalahan mengenai perencanaan mesin pewarnaan batik. Studi literatur ini diperoleh dari berbagai sumber antara lain text book, tugas akhir yang berkaitan, juga dari media internet dan survey mengenai komponen-komponen di pasaran.

3. Data lapangan

Dari lapangan didapat data bahwa proses pewarnaan dasar kain batik menggunakan mekanisme manual, yang relatif membutuhkan waktu yang lama dan warna kain batik setelah proses pewarnaan kurang merata serta dapat membahayakan kesehatan pembatik.

4. Konsep Mesin

Konsep mesin ini merupakan gambaran dasar mekanisme kerja mesin dengan acuan pada data lapangan yang sudah ada serta didukung studi literatur dan observasi. Konsep mesin dari mesin pewarnaan batik ini dengan proses pengerolan yang terdapat 2 roll yang bertujuan menjaga tegangan dari kain batik tersebut.

5. Perencanaan dan perhitungan

Perencanaan dan perhitungan ini bertujuan untuk mendapatkan desain dan mekanisme yang optimal dengan

memperhatikan data yang telah didapat dari studi literatur dan observasi langsung. Rencana mesin yang akan di rancang ini adalah mesin pewarnaan batik untuk pewarnaan dasar kain batik.

6. Penyiapan komponen peralatan

Penyiapan komponen ini meliputi beberapa alat antara lain: Motor AC 1400 rpm (0,5 HP), Reducer (1:30), elemen mesin (bantalan, poros, pasak, *belt*, dan *pulley*), kerangka mesin dst.

7. Pembuatan mesin

Dari hasil perhitungan dan perencanaan dapat diketahui spesifikasi dari bahan maupun dimensi dari komponen yang akan diperlukan untuk pembuatan alat. Dari komponen yang diperoleh kemudian dilakukan perakitan untuk membuat alat yang sesuai dengan desain yang telah dibuat.

8. Uji peralatan

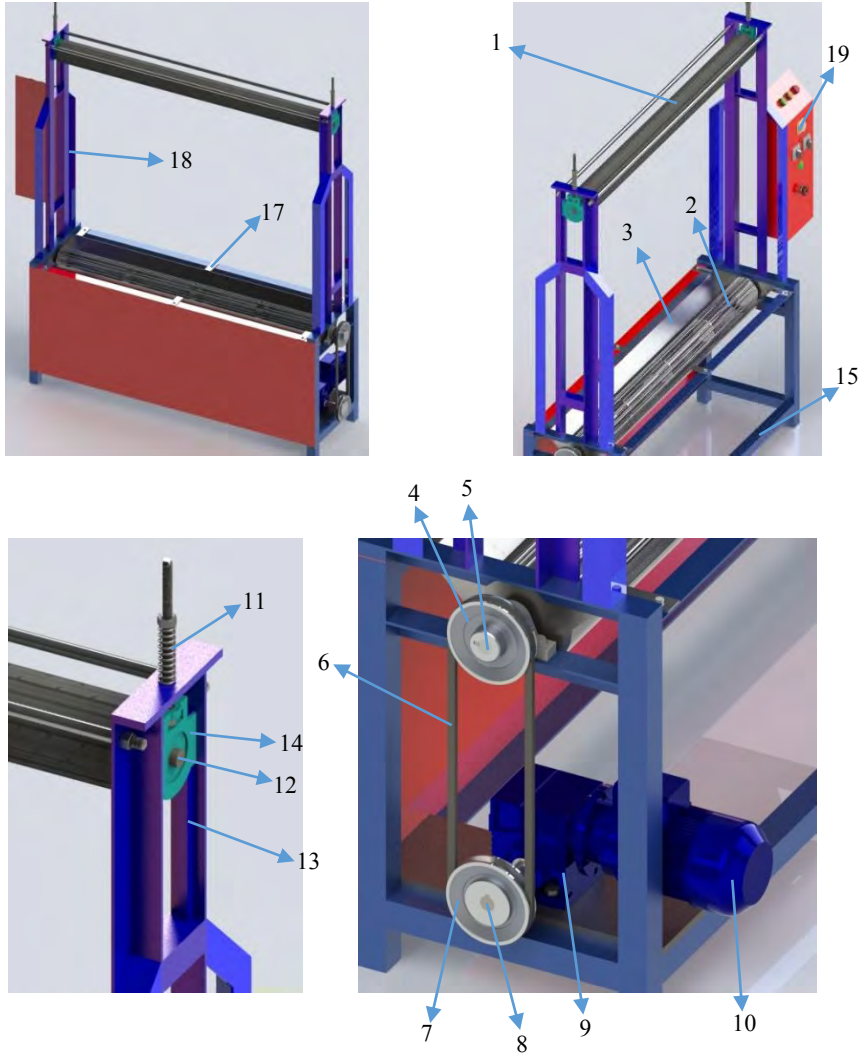
Setelah alat selesai dibuat lalu dilakukan pengujian dengan mengoperasikan alat tersebut. Dalam pengujian nanti akan dicatat dan dibandingkan waktu dan juga benda yang dihasilkan melalui proses manual dengan mesin.

9. Pembuatan laporan

Tahap ini merupakan akhir dari pembuatan mesin pewarnaan batik, dengan menarik kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan.

3.3. Mekanisme Kerja Mesin Pewarnaan Batik

Mekanisme kerja mesin pewarnaan batik ini pada awalnya adalah menggunakan dua buah roll yang disusun secara vertikal seperti di tunjukkan pada gambar desain mesin di bawah ini :



Gambar 3.2 *Desain mesin pewarnaan batik*

Ketika kabel dihubungkan dengan arus listrik lalu waktu untuk motor listrik (10) tersebut menyala diatur pada *timer*. Setelah *timer* diatur lalu tombol on dinyalakan dengan cara ditekan maka motor

listrik mulai berputar dengan daya 0,5 HP, kecepatan 1500 rpm yang terletak padaudukan motor (16) dan rangka bawah (15). Putaran motor ditransmisikan ke *reducer* (9) dengan rasio gearbox 1:30. Ketika *reducer* berputar maka poros satu (8) yang terletak pada *reducer* akan ikut berputar dan dari poros tersebut akan ditransmisikan melalui *pulley* satu (7) dan *belt* (6). Ketika *pulley* satu pada poros satu berputar maka *belt* yang menghubungkan antara *pulley* satu dan *pulley* dua (4) juga ikut berputar. Sehingga perputaran dari *belt* tersebut akan ditransmisikan ke *pulley* dua yang terpasang pada poros dua (5). Ketika *pulley* dua berputar, maka poros dua yang berada pada roll satu (2) akan ikut berputar karena terpasangnya pasak pada *pulley* dua. Dari roll satu yang terletak pada wadah (3) akan ditransmisikan menggunakan kain batik yang menghubungkan antara roll satu dan roll dua (1) yang berada di rangka atas sehingga jika roll satu berputar, maka roll dua juga akan ikut berputar. Wadah yang digunakan untuk cairan pewarna dengan kapasitas 10 liter tidak ikut bergerak karena terdapat penahan wadah (17). Untuk roll dua terdapat lintasan (13) pada pilar (18) sehingga dapat diatur ketinggiannya dengan mekanisme ulir berpegas (11) yang dihubungan dengan *pillow block* (14) yang berada pada poros tiga (12). Dan dua roll inilah yang berfungsi menggerakkan kain batik sebagai proses pewarnaan. Setelah proses pewarnaan selesai maka motor akan mati secara otomatis karena diatur oleh *timer* pada panel listrik (19). Pada mesin pewarnaan batik tersebut juga dilengkapi dengan tombol *emergency* yang berfungsi untuk mematikan seluruh sistem jika terjadi kesalahan proses. Selain itu juga terdapat lampu indikator berwarna merah yang akan menyala jika tombol off dinyalakan.

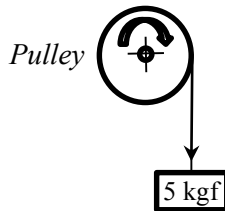
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas tentang perhitungan mesin pewarna dasar kain batik, yaitu analisa daya gaya yang nantinya dibutuhkan dalam mesin agar dapat berjalan dan berfungsi dengan baik, yaitu menghitung daya motor pada saat bekerja memutar poros dilanjutkan dengan perhitungan perencanaan elemen mesin yang mendukung sehingga aman dalam pengoperasiannya.

4.1 Perhitungan Gaya



Gambar 4.1 *Gaya yang bekerja pada pulley*

Dari beberapa percobaan pada *pulley* yang dililit tali kemudian diberikan beban sehingga sesaat dapat bergerak dan selanjutnya ditimbang menggunakan timbangan digital.

Tabel 1. Data Percobaan

Percobaan	Massa
1	4,78 kgf
2	4,96 kgf
3	5,00 kgf

Dari data percobaan yang telah dilakukan maka, besar gaya yang digunakan untuk perhitungan adalah gaya yang paling besar agar mesin dapat bekerja dengan baik.

Dimana :

Putaran motor direncanakan	= 1400 rpm
Rasio reducer (gearbox)	= 1:30
Putaran output reducer (n_1)	= 47 rpm
Putaran roll direncanakan (n_2)	= 47 rpm
Jari-jari <i>pulley</i> (r_{pulley})	= 4,5 in

$$\begin{aligned}
 F &= 5 \text{ kgf} \\
 &= 49,05 \text{ N} \\
 &= 11,0268 \text{ lbf} \\
 T &= F \cdot r_{\text{pulley}} \\
 &= 11,0268 \text{ lbf} \cdot 2,25 \text{ in} \\
 &= 24,8103 \text{ lbf.in}
 \end{aligned}$$

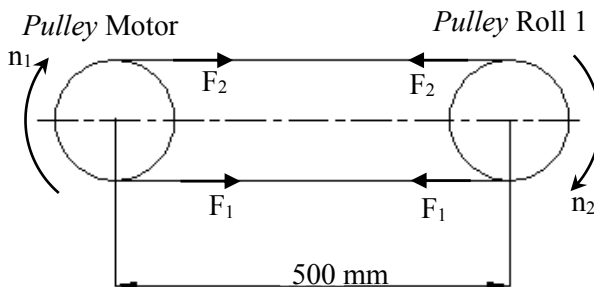
4.2 Perhitungan Daya Motor

Dari data yang diperoleh diatas, maka dapat dihitung besarnya daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan roll, menggunakan persamaan (2.1) :

$$\begin{aligned}
 T &= 63025 \frac{P}{n} \\
 P &= \frac{T \cdot n}{63025} \\
 &= \frac{24,8103 \text{ lbf in} \cdot 47 \text{ rpm}}{63025} \\
 &= 0,0185 \text{ HP} \\
 &= 13,675 \text{ Watt} \\
 &= 0,0136 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Sehingga, Mesin Pewarna dasar kain Batik ini digunakan motor listrik dengan daya 0,5 HP

4.3 Perencanaan Belt dan Pulley



Gambar 4.2 Transmisi belt dan pulley pada mesin pewarna batik

Data-data yang diketahui:

- a. Putaran motor direncanakan = 1400rpm
- b. Rasio reducer = 1:30
- c. Putaran output reducer (n_1) = 47 rpm
- d. Putaran roll direncanakan (n_2) = 47 rpm
- e. Daya motor = 0,5 HP
- f. Jarak kedua sumbu poros = 500 mm

4.3.1 Menghitung Daya yang ditransmisikan

Daya desain dihitung dengan rumus (2.2),

Digunakan faktor koreksi (F_c) = 1,1 (lampiran 6)

$$P_d = P \times F_c$$

$$P_d = 0,0136 \times 1,1$$

$$P_d = 0,01496 \text{ kW}$$

4.3.2 Menghitung Torsi

Torsi dapat diketahui dengan rumus pada persamaan (2.2a), yaitu :

$$T_1 = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{P_d}{n}$$

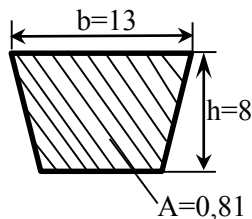
$$= 974.000 \frac{0,01496 \text{ kW}}{47 \text{ rpm}}$$

$$= 310,0221 \text{ kgf. mm}$$

$$T_1 = T_2 \text{ (karena putaran sama } n_1 = n_2)$$

4.3.3 Memilih Jenis Belt

Berdasarkan lampiran 2 daya di atas $P_d = 0,01496 \text{ kW}$ serta kecepatan desain untuk *pulley* kecil $n = 1400 \text{ rpm}$, maka dipilih V-belt tipe A.



Gambar 4.3 Penampang belt

Selain itu *V-Belt* tipe A mentransmisikan daya antara 0,25-10 HP (lampiran 2), dengan daya motor yang digunakan sebesar 0,5 HP maka digunakan tipe A.

4.3.4 Menghitung Diameter *Pulley*

Diameter *pulley* dihitung dengan menggunakan rumus persamaan (2.3) :

$$\begin{aligned}\frac{n_1}{n_2} &= \frac{D_1}{D_2} \\ \frac{47 \text{ rpm}}{47 \text{ rpm}} &= \frac{4,5 \text{ in}}{4,5 \text{ in}} \\ d_1 = d_2 &= 4,5 \text{ in} = 114,3 \text{ mm}\end{aligned}$$

Maka, diameter *pulley* 1 dan 2 adalah 114,3 mm

4.3.5 Menghitung Panjang Belt

Panjang belt dihitung dengan menggunakan rumus persamaan (2.5) dan mengacu pada lampiran 5 :

$$\begin{aligned}L &= 2 \cdot C + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 \cdot C} \\ &= 2 \cdot 500 + \frac{\pi}{2}(114,3 + 114,3) + 0 \\ &= 1000 + 358,902 \\ &= 1358,902 \text{ mm}\end{aligned}$$

Menyesuaikan yang ada di pasaran sehingga didapatkan panjang *belt* sebesar $L = 1400 \text{ mm}$ (lampiran 3)

Untuk mengecek, maka :

$$\begin{aligned}1400 &= 2 \cdot C + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 \cdot C} \\ 1400 &= 2 \cdot C + \frac{\pi}{2}(114,3 + 114,3) + 0 \\ 2C &= 1400 - 358,902 \\ C &= 520,549 \text{ mm}\end{aligned}$$

4.3.6 Menghitung Kecepatan

Kecepatan yang bekerja dihitung dengan menggunakan rumus persamaan (2.4) :

$$v = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{1000 \cdot 60}$$

$$v = \frac{\pi \cdot 114,3 \text{ mm} \cdot 47 \text{ rpm}}{1000 \cdot 60}$$

$$v = 0,28 \text{ m/s}$$

Dengan kecepatan yang didapat 0,28 m/s dapat memilih bahan dari belt yaitu *rubber canvas* (lampiran 8) bahan untuk kecepatan rendah.

4.3.7 Menghitung Gaya pada Belt

Gaya yang dihasilkan oleh belt adalah F_1 dan F_2 dengan menggunakan rumus persamaan (2.7) :

1. Menghitung Gaya Efektif (F_e)

$$T_1 = F_e \cdot r_1$$

$$F_e = \frac{T_1}{r_1}$$

$$= \frac{310,0221 \text{ kgf} \cdot \text{mm}}{57,15 \text{ mm}}$$

$$= 5,4247 \text{ kgf}$$

2. Menghitung Sudut Kontak

$\alpha = 180^\circ$ (karena diameter kedua *pulley* sama besar)

$$\alpha = 180 - \frac{D_2 - D_1}{C} 60^\circ$$

$$\alpha = 180^\circ$$

$$= \frac{180^\circ}{57,2} = 3,14 \text{ rad}$$

3. Menghitung Gaya pada Belt

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{f \cdot \alpha}$$

$$= 2,71^{0,3 \cdot 3,14}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = 2,557 \text{ kgf} \dots (\text{pers. 1})$$

$$F_1 = 2,557 F_2$$

$$F_e = F_1 - F_2$$

$$\begin{aligned}
&= 2,557F_2 - F_2 \\
&= 1,557F_2 \dots (\text{pers. 2}) \\
F_2 &= \frac{F_e}{1,557} \dots (\text{substitusi pers. 2 ke pers. 1}) \\
&= \frac{5,4247}{1,557} \\
F_2 &= 3,484 \text{ kgf} \\
F_1 &= 2,557 \cdot 3,484 \\
&= 8,908 \text{ kgf}
\end{aligned}$$

4.3.8 Menghitung Tegangan Maksimal

Dengan menggunakan rumus (2.8) didapat tegangan maksimum, yaitu :

$$\begin{aligned}
\sigma_{max} &= \sigma_0 + \frac{F_e}{2.A} + \frac{\gamma \cdot v^2}{10.g} + E_b \frac{h}{D_{min}} \\
&= \frac{12 \text{ kgf}}{\text{cm}^2} + \frac{5,4247 \text{ kgf}}{2(0,81)\text{cm}^2} + \frac{1,3 \text{ kgf/dm}^3 (0,28 \text{ m/s})^2}{10 \cdot 9,81 \text{ m/s}} \\
&\quad + 300 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{8 \text{ mm}}{114,3 \text{ mm}} \\
&= 36,3465 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}
\end{aligned}$$

4.3.9 Menghitung Prediksi Umur

Prediksi umur belt dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.9), yaitu :

$$\begin{aligned}
H &= \frac{N_{Base}}{3600 \cdot \mu \cdot x} \left[\frac{\sigma_{Fat}}{\sigma_{Max}} \right]^m \\
\text{Dimana : } \mu &= \frac{v}{L} = \frac{0,28}{1,4} = 0,2 \text{ } 1/s \\
H &= \frac{10^7}{3600 \text{ s/jam} \cdot 0,2 \text{ } 1/s \cdot 2} \left[\frac{90 \text{ kgf/cm}^2}{36,3465 \text{ kgf/cm}^2} \right]^8 \\
&= 6944,444(1413,316) \text{ jam} \\
&= 9.814.694,419 \text{ jam}
\end{aligned}$$

4.3.10 Menghitung Jumlah *Belt*

Jumlah *belt* yang akan digunakan untuk *pulley* motor dan *pulley* roll 1 dapat dihitung dengan persamaan (2.10) :

$$N = \frac{P_d}{P_o \cdot K_\theta}$$

Dimana : $P_o = 1,31 \text{ kW}$ (lampiran 14)

$K_\theta = 1,00$ (lampiran 13)

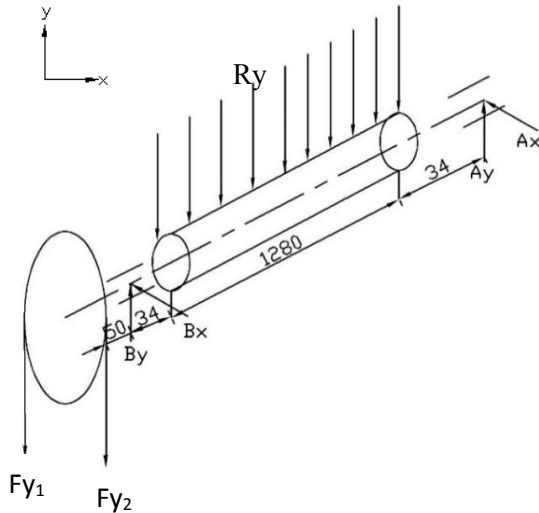
$$\begin{aligned} &= \frac{0,01496 \text{ kW}}{1,31 \text{ kW} \cdot 1,00} \\ &= 0,01 = 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

4.4 Perencanaan Poros

Pada poros terpasang sebuah roll dan dua bantalan. Data-data perencanaan sebagai berikut :

1. Diameter roll = 100 mm
2. Beban roll = 5,3 kgf
3. Daya Motor = 0,5 HP
4. Kecepatan Motor = 47 rpm

Data – data yang direncanakan dalam perencanaan poros Mesin Pewarna Dasar Kain Batik ini dapat digambarkan oleh gambar distribusi gaya pada arah Horizontal dan Vertikal, di bawah ini :

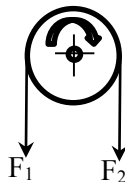


Gambar 4.4 Gaya – gaya yang bekerja pada poros

Keterangan :

- F_{y1} = Gaya Pulley 1 pada sumbu vertikal
- F_{y2} = Gaya Pulley 2 Pada Sumbu Vertikal
- B_x = Gaya Bearing B Pada Sumbu Horizontal
- B_y = Gaya Bearing B Pada Sumbu Vertikal
- R_y = Gaya berat Roll Pada Sumbu Vertikal
- A_x = Gaya Bearing A Pada Sumbu Horizontal
- A_y = Gaya Bearing A Pada Sumbu Vertikal

1. Gaya yang terjadi pada Pulley (F)



Gambar 4.5 Gaya – gaya pada pulley

Diketahui :

Gaya pada pulley (F)

Sudut pulley ke pulley pada motor (β) = 180°

- a. Gaya *pulley* (F) pada sumbu vertikal

$$F_{y1} = 8,908 \text{ kgf}$$

$$= 87,357 \text{ N}$$

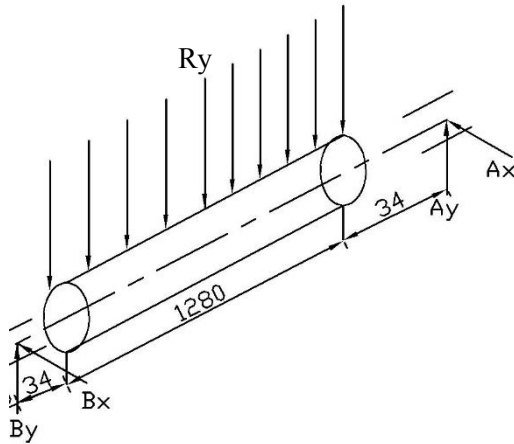
$$F_{y2} = 3,484 \text{ kgf}$$

$$= 34,1663 \text{ N}$$
- b. Gaya *pulley* (F) pada sumbu horizontal

$$F_{x1} = 0$$

$$F_{x2} = 0$$

2. Beban Merata pada Roller



Gambar 4.6 Beban merata pada roll

Diketahui :

- Gaya roller sumbu vertikal (R_y) $= 5,3 \text{ kgf}$
 $= 51,993 \text{ N}$
- Gaya Roller Sumbu Horizontal (R_x) $= 0$
- Panjang Roller (b) $= 1280 \text{ mm}$

- a. Beban Merata Pada sumbu Vertikal

$$F_{Dy} = \frac{R_y}{b}$$

$$F_{Dy} = \frac{51,993 \text{ N}}{1280 \text{ mm}}$$

$$F_{Dy} = 0,04 \text{ N/mm}$$

- b. Beban Merata Pada sumbu Horizontal

$$F_{Dx} = \frac{Rx}{b}$$

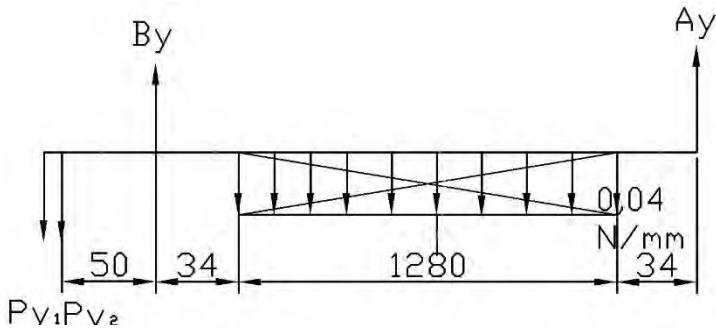
$$F_{Dx} = \frac{0}{1280 \text{ mm}}$$

$$F_{Dx} = 0$$

4.4.1 Menentukan Momen Bending

1. Arah Vertikal

a. Reaksi Tumpuan pada Arah Vertikal



ambar 4.7 Reaksi tumpuan arah vertikal

$$\uparrow + \Sigma F_y = 0 ;$$

$$- F_{y1} - F_{y2} + B_y - W_{\square} + A_y = 0$$

$$- 87,357 - 34,1663 + B_y - 0,04(1280) + A_y = 0$$

$$A_y + B_y = 172,72 \text{ N} \dots (1)$$

$$\curvearrowright \Sigma M_b = 0 ;$$

$$W_{\square}(674) - F_{y1}(50) - F_{y2}(50) - A_y(1398) = 0$$

$$0,04(1280)(674) - 87,357(50) - 34,166(50) - A_y(1398) = 0$$

$$26,96(1280) - 87,357(50) - 34,166(50) = (1398) A_y \text{ N}$$

$$A_y = 26,59 \text{ N} \dots (2)$$

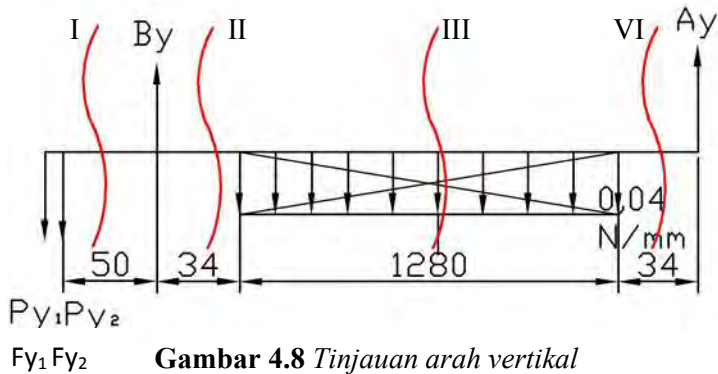
Substitusi Pers. (2) ke (1)

$$A_y + B_y = 172,72 \text{ N}$$

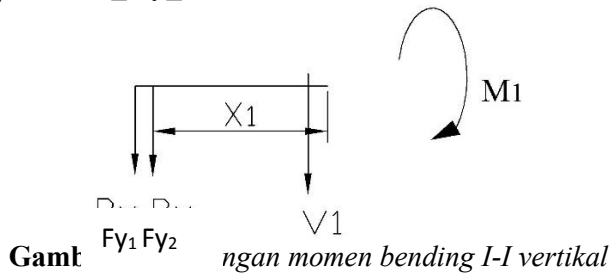
$$B_y = 172,72 + 26,59$$

$$B_y = 146,13 \text{ N}$$

b. Tinjauan pada Arah Vertikal



- Momen bending di potongan I-I
Potongan I-I : $0 \leq x_1 \leq 50 \text{ mm}$



$$\begin{aligned} \uparrow + \Sigma F_y &= 0 ; \\ - F_{y1} - F_{y2} - V_1 &= 0 \\ - 87,357 \text{ N} - 34,1663 \text{ N} - V_1 &= 0 \\ V_1 &= -121,5233 \text{ N} \end{aligned}$$

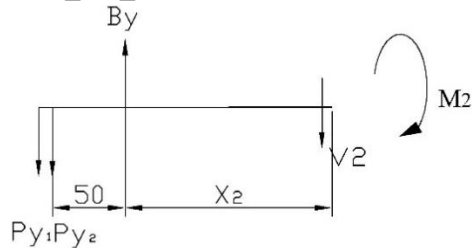
$$\begin{aligned} \curvearrowright \Sigma M_1 &= 0 ; \\ - F_{y1}(x_1) - F_{y2}(x_1) + M_1 &= 0 \\ M_1 &= 87,357(x_1) + 34,1663(x_1) \\ &= 121,5233(x_1) \end{aligned}$$

Jika ;

$$\begin{aligned} x_1 &= 0 ; & \text{maka } M_1 &= 0 \\ x_1 &= 25 ; & \text{maka } M_1 &= 3038,0825 \text{ N.mm} \\ x_1 &= 50 ; & \text{maka } M_1 &= 6076,165 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

- Momen bending di potongan II-II

Potongan II-II : $0 \leq x_2 \leq 34 \text{ mm}$



Gam $F_{y1} F_{y2}$ otongan momen bending II-II vertikal

$$\uparrow + \Sigma F_y = 0 ;$$

$$- F_{y1} - F_{y2} + B_y - V_2 = 0$$

$$- 87,357 - 34,166 + 146,13 = V_2$$

$$V_2 = 24,6 \text{ N}$$

$$\curvearrowright + \Sigma M_2 = 0 ;$$

$$- F_{y1} (50 + x_2) - F_{y2} (50 + x_2) + B_y (x_2) + M_2 = 0$$

$$M_2 = 87,357 (x_2) + 4367,85 + 34,1663 (x_2) + 1708,315 - 146,13(x_2)$$

$$M_2 = 6076,165 + 24,6 x_2$$

Jika ;

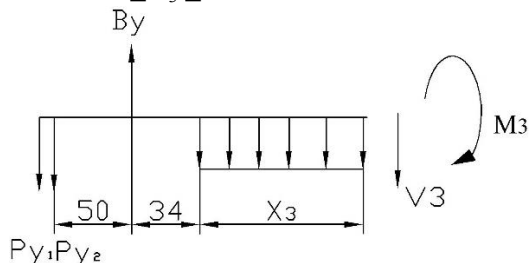
$$x_2 = 0 ; \quad \text{maka } M_2 = 6076,165 \text{ N.mm}$$

$$x_2 = 17 ; \quad \text{maka } M_2 = 5657,97 \text{ N.mm}$$

$$x_2 = 34 ; \quad \text{maka } M_2 = 5239,77 \text{ N.mm}$$

➤ Momen bending di potongan III-III

Potongan III-III : $0 \leq x_3 \leq 1280 \text{ mm}$



Gai $F_{y1} F_{y2}$ otongan momen bending III-III vertikal

$$\uparrow + \Sigma F_y = 0 ;$$

$$-F_{y1} - F_{y2} + B_y - V_3 - 0,04 \text{ N/mm} \cdot (x_3) \text{ mm} = 0$$

$$-87,357 - 34,166 + 146,13 - 0,04 (x_3) = V_3$$

$$V_3 = 24,6 - 0,04(x_3) \text{ N}$$

Jika ;

$$x_3 = 0 ; \quad \text{maka } V_3 = 24,6 \text{ N.mm}$$

$$x_3 = 640 ; \quad \text{maka } V_3 = -1 \text{ N.mm}$$

$$x_3 = 1280 ; \quad \text{maka } V_3 = -26,6 \text{ N.mm}$$

$$\uparrow \Sigma M_3 = 0 ;$$

$$-F_{y1} (84 + x_3) - F_{y2} (84 + x_3) + B_y (34 + x_3) - W_{\square}(x_3/2) + M_3 = 0$$

$$M_3 = 87,36x_3 + 7337,99 + 34,17x_3 + 2869,97 - 146,13x_3 - 4280,27 + 0,04x_3(x_3/2)$$

$$M_3 = 5239,5 - 24,6 x_3 + 0,02 (x_3)^2$$

Jika ;

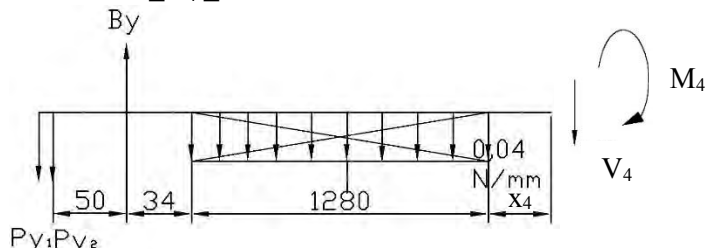
$$x_3 = 0 ; \quad \text{maka } M_3 = 5239,54 \text{ N.mm}$$

$$x_3 = 640 ; \quad \text{maka } M_3 = -2313,46 \text{ N.mm}$$

$$x_3 = 1280 ; \quad \text{maka } M_3 = 6519,54 \text{ N.mm}$$

➤ Momen bending di potongan IV-IV

Potongan IV-IV : $0 \leq x_4 \leq 34 \text{ mm}$



Gambar 7.12 Potongan momen bending IV-IV vertikal

$$\uparrow \Sigma F_y = 0 ;$$

$$-F_{y1} - F_{y2} + B_y - W_{\square} - V_4 = 0$$

$$-87,357 - 34,1663 + 146,13 - 0,04 (1280) = V_4$$

$$V_4 = 24,6 - 51,2$$

$$V_4 = -26,6$$

$$\oplus \Sigma M_4 = 0 ;$$

$$M_4 - (x_4 + 640) 0,04 (1280) + (34 + 1280 + x_4) 146,13$$

$$-(x_4 + 1280 + 34 + 50) (F_{y1} + F_{y2}) = 0$$

$$M_4 = 51,2 x_4 + 32768 - 146,13 x_4 + 121,52 x_4 + 165753,28$$

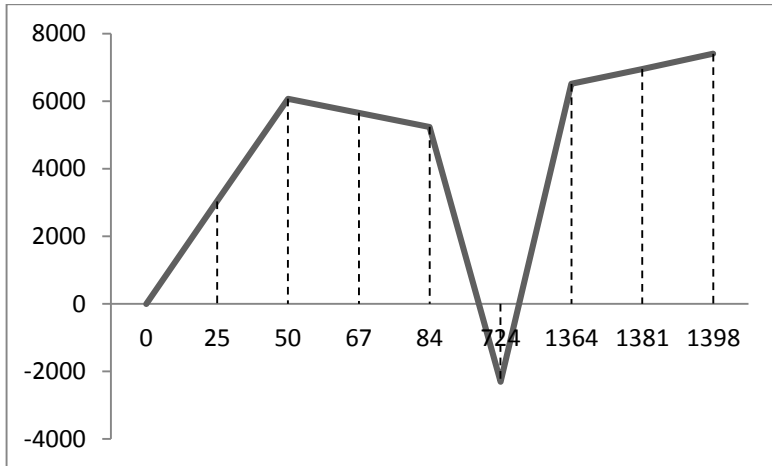
$$M_4 = 6506,48 + 26,59 x_4$$

Jika ;

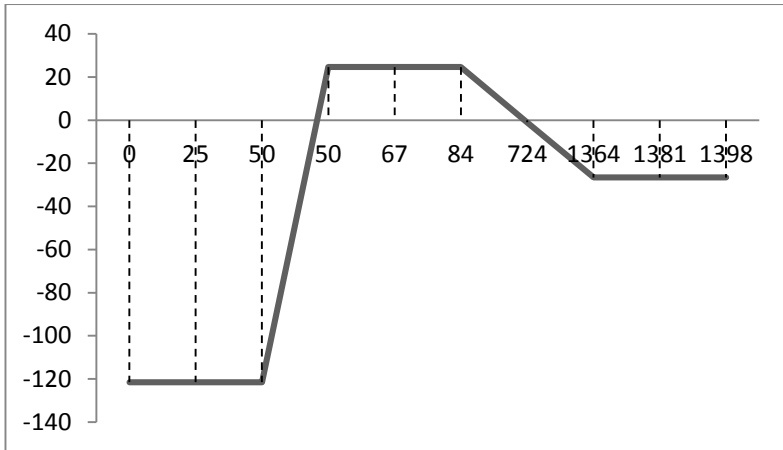
$$x_4 = 0 ; \quad \text{maka } M_4 = 6506,48 \text{ N.mm}$$

$$x_4 = 17 ; \quad \text{maka } M_4 = 6958,51 \text{ N.mm}$$

$$x_4 = 34 ; \quad \text{maka } M_4 = 7410,54 \text{ N.mm}$$



Gambar 4.13 *Diagram momen bending arah vertikal*



Gambar 4.14 Diagram gaya geser arah vertikal

2. Resultan Momen Bending pada Poros

Untuk mencari momen resultan pada poros roll dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$M_r = \sqrt{(M_H)^2 + (M_V)^2}$$

Dimana :

- $M_H = M_x = 0$ (Momen yang terjadi pada bidang horizontal)
- $M_v = M_y = 7410,54 \text{ N.mm}$
 $= 7,41 \text{ N.m} = 755,6 \text{ kgf.mm}$
 (Momen yang terjadi pada bidang vertikal)

Maka,

$$M_r = \sqrt{(M_H)^2 + (M_V)^2}$$

$$M_r = \sqrt{(755,6)^2 + 0}$$

$$M_r = 755,6 \text{ kgf.mm}$$

4.4.2 Menentukan Momen Torsi

Diketahui :

Daya Motor (HP) = 0,5 HP

Kecepatan Motor (rpm) = 47 rpm

Untuk mencari Momen Torsi dari poros ini digunakan persamaan rumus (2.2b) :

$$T = 71.620 \frac{P}{n}$$

$$T = 716200 \frac{0,5}{47}$$

$$T = 761,9148 \text{ kgf.cm}$$

$$= 7619,148 \text{ kgf.mm}$$

4.4.3 Menghitung Diameter Poros

Dari data bahan poros telah ditentukan sehingga diperoleh strength yield point (Syp). Dengan data tersebut kemudian dilakukan perhitungan diameter poros dengan persamaan (2.11) :

$$D = \left[\left(\frac{32 \cdot n}{\pi \cdot S_{yp}} \right) (M^2 + T^2)^{\frac{1}{2}} \right]^{1/3}$$

Dimana :

$$M_r = 755,6 \text{ kgf.mm}$$

$$T = 7619,148 \text{ kgf.mm}$$

$$N = 2,5 \text{ (faktor keamanan untuk beban kejut, terlampir)}$$

$$S_{yp} = 505 \times 10^6 \text{ N/m}^2 = 51,496 \text{ kg/mm}^2 \text{ (bahan stainless steel)}$$

$$D \geq \left[\left(\frac{32 \cdot n}{\pi \cdot S_{yp}} \right) (M_{r^2} + T^2)^{\frac{1}{2}} \right]^{1/3}$$

$$D \geq \left[\left(\frac{32 \cdot 2,5}{\pi \cdot 51,496 \text{ kg/mm}^2} \right) ((755,6)^2 + (7619,148)^2)^{\frac{1}{2}} \right]^{1/3}$$

$$D \geq [(0,49)(7656,52)]^{1/3}$$

$$D \geq [3751,69]^{1/3}$$

$$D \geq 15,54 \text{ mm}$$

Diameter dalam perencanaan yang ditemukan adalah lebih dari sama dengan 15,54 mm. Oleh karena itu, dilapangan digunakan diameter 20 mm.

4.5 Pasak pada Poros Roll

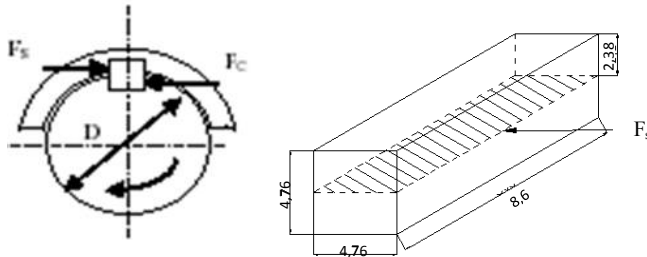
Dengan diameter poros, $D = 20 \text{ mm}$, maka didapatkan data sebagai berikut (sesuai dengan tabel lampiran 16) pada tipe *square* :

$$W = \frac{3}{16} \text{ in} = 4,76 \text{ mm}$$

$$H = \frac{3}{16} \text{ in} = 4,76 \text{ mm}, W=H$$

$S_f = 2,5$ untuk beban kejut kecil.

4.5.1 Tinjauan Terhadap Tegangan Geser pada Poros Roll



Gambar 4.15 Gaya geser pada pasak

4.5.1.1. Gaya pada Pasak

Besar gaya pada pasak dengan persamaan (2.12) adalah :

$$F = \frac{T}{0,5 \cdot D}$$

$$F = \frac{7619,148 \text{ kgf} \cdot \text{mm}}{0,5 \cdot 20 \text{ mm}}$$

$$F = 761,91 \text{ kgf}$$

4.5.1.2. Panjang pada Pasak

Syarat yang harus dipenuhi agar pasak aman adalah sebagai berikut, dengan persamaan (2.14) :

$$\frac{F_s}{W \cdot L} \leq \frac{k_s \cdot \sigma_{yp}}{S_f}$$

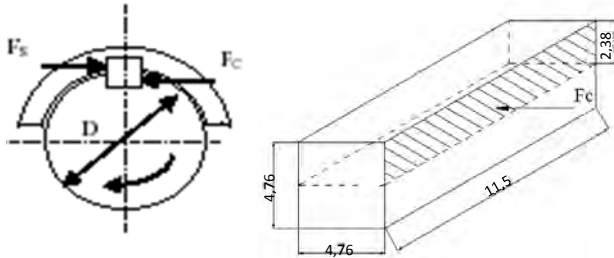
$$L \geq \frac{F_s \cdot S_f}{W k_s \cdot \sigma_{yp}}$$

$$L \geq \frac{761,91 \text{ kgf} \cdot 2,5}{4,76 \text{ mm} \cdot 0,8 \cdot 58 \text{ kgf/mm}^2}$$

$$L \geq \frac{1904,775 \text{ kgf.mm}}{220,864 \text{ kgf}}$$

$$L \geq 8,6 \text{ mm}$$

4.5.2 Tinjauan Terhadap Tegangan Kompresi pada Poros Roll



Gambar 4.15 Gaya kompresi pada pasak

4.5.2.1 Gaya pada Pasak

Besar gaya pada pasak dengan persamaan (2.12) adalah :

$$F = \frac{T}{0,5 \cdot D_p}$$

$$F = \frac{7619,148 \text{ kgf.mm}}{0,5 \cdot 20 \text{ mm}}$$

$$F = 761,91 \text{ kgf}$$

4.5.2.2 Panjang pada Pasak

Syarat yang harus dipenuhi agar pasak aman adalah :

$$\frac{2 F_c}{W L} \leq \frac{k_c \cdot \sigma_{yp}}{sf}$$

$$L \geq \frac{2 F_c \cdot sf}{W k_c \cdot \sigma_{yp}}$$

$$L \geq \frac{2 \cdot 761,91 \text{ kgf} \cdot 2,5}{4,76 \text{ mm} \cdot 1,2 \cdot 58 \text{ kgf/mm}^2}$$

$$L \geq \frac{3809,55 \text{ kgf.mm}}{331,296 \text{ kgf}}$$

$$L \geq 11,5 \text{ mm}$$

4.6 Perhitungan Bearing pada Poros Roll

Dari analisa dan perhitungan pada bagian sebelumnya diperoleh data-data sebagai berikut :

Diameter Poros (D) = 20 mm

Gaya bantalan A (F_{AV}) = 26,59 N = 5,98 lbf

Gaya bantalan B (F_{BV}) = 146,13 N = 32,86 lbf

Beban statis Bantalan (C_o) = 1750 (Sesuai tabel, *lampiran 11*)

4.6.1. Gaya Radial pada Bantalan A

Gaya radial pada bantalan A dapat dihitung dengan rumus pada persamaan (2.17) :

$$F_{rA} = \sqrt{(F_{AV})^2 + (F_{AH})^2}$$

$$F_{rA} = \sqrt{(5,98)^2 + (0)^2}$$

$$F_{rA} = 5,98 \text{ lbf}$$

Untuk mengetahui beban eqivalen pada bantalan A dapat diketahui melalui persamaan (2.18) :

$$P = F_s (V \cdot X \cdot F_r + Y \cdot F_a)$$

Cara memilih harga X dan Y dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$\frac{i \cdot F_a}{C_o} = \frac{1 \cdot 0}{1750} = 0$$

Jadi : $e = 0$

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r} = \frac{0}{1 \cdot 273,09} = 0$$

Sehingga :

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r} = e$$

Maka : $X = 1$ dan $Y = 0$

Nilai F_s ball bearing = 2,0 (*Moderate shock load*, *lampiran 12*)

$V_1 = 1$ (ring dalam yang berputar)

$V_2 = 1,2$ (ring luar yang berputar)

Jadi :

$$P_a = F_s (X \cdot V_1 \cdot F_r + Y \cdot F_a)$$

$$P_a = 2,0 (1 \cdot 1 \cdot 5,98 \text{ lbf} + 0 \text{ lb})$$

$$P_a = 11,96 \text{ lbf} = 5,42 \text{ kgf}$$

4.6.2 Gaya Radial pada Bantalan B

Gaya radial pada bantalan B dapat dihitung dengan rumus pada persamaan (2.17) :

$$F_{rB} = \sqrt{(F_{BV})^2 + (F_{BH})^2}$$

$$F_{rB} = \sqrt{(32,86 \text{ lb})^2 + (0)^2}$$

$$F_{rB} = 32,86 \text{ lbf}$$

Untuk mengetahui beban ekuivalen pada bantalan B dapat diketahui melalui persamaan (2.18) :

$$P = F_s (V \cdot X \cdot F_r + Y \cdot F_b)$$

Cara memilih harga X dan Y dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$\frac{i \cdot F_b}{C_o} = \frac{1 \cdot 0}{1750} = 0$$

$$\text{Jadi : } e = 0$$

$$\frac{F_b}{V \cdot F_r} = \frac{0}{1 \cdot 780,6} = 0$$

Sehingga :

$$\frac{F_b}{V \cdot F_r} = e$$

Maka : X = 1 dan Y = 0

Nilai F_s ball bearing = 2,0 (Moderate Shock Load)

$V_1 = 1$ (ring dalam yang berputar)

$V_2 = 1,2$ (ring luar yang berputar)

Jadi :

$$P_b = F_s (X \cdot V_1 \cdot F_r + Y \cdot F_b)$$

$$P_b = 2,0 (1 \cdot 1 \cdot 32,86 \text{ lbf} + 0 \text{ lb})$$

$$P_b = 2,0 (32,86 \text{ lbf})$$

$$P_b = 65,72 \text{ lbf} = 29,81 \text{ kgf}$$

4.6.3 Menghitung Umur Bantalan

Untuk mengetahui berapa umur bantalan yang nantinya diganti baru, maka umur bantalan sebaiknya diganti dengan rumus (2.19) :

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \cdot n_p} \left(\frac{C}{P} \right)^b$$

Dimana :

C = 2750 lbf (ball bearing)

b = 3 (untuk ball bearing)

n_p = 47 rpm (putaran poros)

Jadi,

1. Bantalan A

Untuk mengetahui umur bantalan A :

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \cdot n_p} \left(\frac{C}{P_a} \right)^b$$

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \cdot 47 \text{ rpm}} \left(\frac{2750}{11,96} \right)^3$$

$$L_{10} = \frac{10^6}{2820} (12156387,7)$$

$$L_{10} = 4310775780 \text{ jam}$$

2. Bantalan B

Untuk mengetahui umur bantalan B :

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \cdot n_p} \left(\frac{C}{P_a} \right)^b$$

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \cdot 47 \text{ rpm}} \left(\frac{2750}{29,81} \right)^3$$

$$L_{10} = \frac{10^6}{2820} (92,25)$$

$$L_{10} = 3271276596 \text{ jam}$$

4.7 Pembahasan

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, kami telah mewujudkan sebuah mesin pewarna dasar untuk kain batik. Pada mesin tersebut menggunakan motor AC 1 phase dengan daya 0,5 HP dan kecepatan 1400 rpm. Namun jika digunakan untuk proses pewaranaan yang relatif memerlukan gerakan yang tidak terlalu tinggi agar tercipta pemerataan warna yang merata maka, digunakan pula gear box dengan ratio 1:30 sehingga luaran kecepatan yang dihasilkan oleh motor yang digunakan adalah 47 rpm. Selain menggunakan motor sebagai penggerak, dalam mesin pewarna dasar kain batik ini juga menggunakan beberapa komponen lain. Beberapa komponen tersebut adalah :

1. *Pulley*

Pulley yang digunakan berjumlah 2 buah yaitu satu *pulley* single yang terpasang pada motor dan satu *pulley* yang terpasang pada roll bawah.

Spesifikasi dari *pulley* yang digunakan berdiameter 4,5 in.

2. Belt yang digunakan adalah V-belt tipe A dengan panjang 1400 mm. Belt tersebut berfungsi mentransmisikan putaran dari motor menuju roll sehingga roll bisa berputar.

3. Poros

Poros yang digunakan pada mesin ini adalah stainless steel. Poros yang digunakan ada 2 buah dimana 2 buah poros yang terpasang pada roll bawah dan atas memiliki panjang dan diameter yang sama yaitu diameter 20 mm.

4. Pasak

Pasak yang terpasang diantara *pulley* dan poros memiliki dimensi 4,76x4,76x8,6 mm.

5. Bearing

Bearing yang digunakan adalah jenis ball bearing mempunyai diameter dalam (d) 20 mm, sesuai dengan diameter poros yang digunakan dan diameter luar (D) 40 mm.

6. Silinder roll
Silinder roll yang digunakan adalah stainless steel berjumlah 1 buah untuk roll bawah dan 1 buah poros baja yang terlapis spons untuk roll atas. Kedua silinder roll yang memiliki diameter yang sama yaitu 100 mm.
7. Besi siku dan besi holo
Besi siku dan besi holo digunakan sebagai rangka dari alat. Besi siku yang digunakan berukuran 4x4 cm dan besi holo yang digunakan berukuran 4x4 cm.
8. Plat besi
Plat besi memiliki beberapa fungsi yaitu sebagai dudukan atau penyangga motor, bantalan roda dan sebagai panel box. Plat yang digunakan memiliki ketebalan, ukuran dan bentuk yang beraneka ragam sesuai dengan fungsi masing-masing.
9. Mur dan baut
Mur dan baut adalah salah satu komponen pendukung yang berfungsi sebagai pengunci. Ukuran dari mur dan baut beranekaragam sesuai dengan fungsinya. Beberapa mur dan baut yang digunakan pada mesin roll bending akrilik antara lain : M5, M8, M10.
10. *Timer*
Timer berfungsi sebagai pengatur lamanya proses pewarnaan pada mesin. Jika waktu yang terbaca oleh timer sudah sesuai, roll akan berhenti secara sendirinya.
11. Lampu indikator
Lampu tersebut terdiri dari 3 warna yaitu merah, hijau, dan kuning. Lampu akan menyala merah jika pada mesin dialiri arus listrik, lampu akan menyala hijau jika saklar dihidupkan sehingga roll bergerak.

12. Tombol On Off (*Selector Switch*)

Ketika tombol on ditekan maka sistem mulai berjalan, jika tombol off ditekan maka sistem akan mati.

13. Hasil

Setelah dilakukan uji coba alat, untuk mendapatkan warna merata pada kain 2 x 1,15 m membutuhkan waktu 1 menit.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari perhitungan dan perencanaan pada “Rancang Bangun Mesin Pewarnaan Dasar Kain Batik”, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk proses pewarnaan dasar kain dibutuhkan gaya sebesar 49,05 N.
2. Daya yang dibutuhkan sebesar 0,019 HP. Maka dari itu motor yang digunakan adalah motor AC dengan daya 0,5 HP putaran 1400 rpm serta menggunakan gear box dengan ratio 1:30.
3. Sistem transmisi yang digunakan :
 - a. Belt dan pulley
Menggunakan belt tipe A dengan panjang sebesar $L = 1400$ mm dan diameter pulley $D = 114,3$ mm.
 - b. Poros yang digunakan pada roll adalah bahan Stainless Steel dengan diameter 20 mm.
 - c. Tipe Bearing yang digunakan pada poros roll adalah tipe Single Row Ball Bearing, dengan diameter dalam 20 mm dan diameter luar 52 mm.
 - d. Pasak
Pasak yang digunakan adalah *square key* dengan dimensi $W \times H \times L$ (4,76 x 4,76 x 8,6) mm.
4. Hasil percobaan mesin pewarnaan dasar kain batik:
Diperlukan waktu 1 menit untuk sekali pewarnaan. Proses pewarnaan dilakukan sebanyak 2 kali dengan naphthol, 2 kali untuk penggaraman, 2 kali untuk pembersihan.

5.2 Saran

1. Pada kontruksi sebaiknya frame atau rangka mesin dibuat lebih presisi, agar pada proses kerja mesin akan lebih berkualitas hasilnya.
2. Pada bagian wadah sebaiknya diberi penutup yang dapat dibuka untuk menghindari tumpahnya air pada motor atau kelistrikan.

3. Untuk alat penghubung antar ujung kain sebaiknya dapat dilepas pasang dengan mudah dan cepat. Hal ini supaya dapat mempercepat waktu loading-unloading kain.

DAFTAR PUSTAKA

Setiati, Destin huru, 2007, *Membatik*. KTSP: Yogyakarta

UNESCO, 2009
<http://www.unesco.org/culture/ich/index.php?RL=00170> diakses
pada tanggal 22 April 2015

Asikin, S., 2008. *Ungkapan batik di Semarang: motif batik Semarang*. Citra Prima Nusantara Semarang, Semarang

Sularso, Kiyokatsu Suga. 2002. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Mesin*, cetakan ke-10. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

Robert L. Mott, 2004, *Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis*, edisi keempat, University Of Dayton

Sato, G. Takeshi, N. Sugiarto H. 1999. *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Lampiran 1. Tabel Konversi Satuan

TABLE. 1 Conversion Factors

Area

$$1 \text{ mm}^2 = 1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$1 \text{ cm}^2 = 1.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 0.1550 \text{ in.}^2$$

$$1 \text{ m}^2 = 10.7639 \text{ ft}^2$$

$$1 \text{ ft}^2 = 144 \text{ in.}^2$$

$$1 \text{ in.}^2 = 6.4516 \text{ cm}^2 = 6.4516 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$1 \text{ ft}^2 = 0.092903 \text{ m}^2$$

Conductivity

$$1 \text{ W/m} \cdot \text{K} = 1 \text{ J/s} \cdot \text{m} \cdot \text{K}$$

$$= 0.577789 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft} \cdot \text{R}$$

$$1 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft} \cdot \text{R} = 1.730735 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$

Density

$$1 \text{ kg/m}^3 = 0.06242797 \text{ lbm/ft}^3$$

$$1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ kg/L}$$

$$1 \text{ lbm/ft}^3 = 16.01846 \text{ kg/m}^3$$

Energy

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$$

$$1 \text{ J} = 0.737562 \text{ lbf} \cdot \text{ft}$$

$$1 \text{ cal (Int.)} = 4.1868 \text{ J}$$

$$1 \text{ lbf} \cdot \text{ft} = 1.355818 \text{ J}$$

$$= 1.28507 \times 10^{-3} \text{ Btu}$$

$$1 \text{ Btu (Int.)} = 1.055056 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ erg} = 1.0 \times 10^{-7} \text{ J}$$

$$1 \text{ eV} = 1.60217733 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 778.1693 \text{ lbf} \cdot \text{ft}$$

Force

$$1 \text{ N} = 0.224809 \text{ lbf}$$

$$1 \text{ kp} = 9.80665 \text{ N} \text{ (1 kgf)}$$

$$1 \text{ lbf} = 4.448222 \text{ N}$$

Gravitation

$$g = 9.80665 \text{ m/s}^2$$

$$g = 32.17405 \text{ ft/s}^2$$

Heat capacity, specific entropy

$$1 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} = 0.238846 \text{ Btu/lbm} \cdot \text{R}$$

$$1 \text{ Btu/lbm} \cdot \text{R} = 4.1868 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

Heat flux (per unit area)

$$1 \text{ W/m}^2 = 0.316998 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2$$

$$1 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2 = 3.15459 \text{ W/m}^2$$

Heat transfer coefficient

$$1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} = 0.17611 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{R}$$

$$1 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{R} = 5.67826 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Length

$$1 \text{ mm} = 0.001 \text{ m} = 0.1 \text{ cm}$$

$$1 \text{ cm} = 0.01 \text{ m} = 10 \text{ mm} = 0.3937 \text{ in.}$$

$$1 \text{ m} = 3.28084 \text{ ft} = 39.37 \text{ in.}$$

$$1 \text{ km} = 0.621371 \text{ mi}$$

$$1 \text{ mi} = 1609.3 \text{ m (US statute)}$$

$$1 \text{ ft} = 12 \text{ in.}$$

$$1 \text{ in.} = 2.54 \text{ cm} = 0.0254 \text{ m}$$

$$1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}$$

$$1 \text{ mi} = 1.609344 \text{ km}$$

$$1 \text{ yd} = 0.9144 \text{ m}$$

Lampiran 1. Tabel Konversi Satuan (Lanjutan)

TABLE (Continued) *Conversion Factors*

Mass

$$1 \text{ kg} = 2.204\,623 \text{ lbm}$$

$$1 \text{ tonne} = 1000 \text{ kg}$$

$$1 \text{ grain} = 6.47989 \times 10^{-5} \text{ kg}$$

$$1 \text{ lbm} = 0.453\,592 \text{ kg}$$

$$1 \text{ slug} = 14.5939 \text{ kg}$$

$$1 \text{ ton} = 2000 \text{ lbm}$$

Moment (torque)

$$1 \text{ N}\cdot\text{m} = 0.737\,562 \text{ lbf}\cdot\text{ft}$$

$$1 \text{ lbf}\cdot\text{ft} = 1.355\,818 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Momentum (mV)

$$1 \text{ kg}\cdot\text{m/s} = 7.232\,94 \text{ lbm}\cdot\text{ft/s}$$

$$= 0.224809 \text{ lbf}\cdot\text{s}$$

$$1 \text{ lbm}\cdot\text{ft/s} = 0.138\,256 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$$

Power

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ N}\cdot\text{m/s}$$

$$= 0.737\,562 \text{ lbf}\cdot\text{ft/s}$$

$$1 \text{ kW} = 3412.14 \text{ Btu/h}$$

$$1 \text{ hp (metric)} = 0.735\,499 \text{ kW}$$

$$1 \text{ lbf}\cdot\text{ft/s} = 1.355\,818 \text{ W}$$

$$= 4.626\,24 \text{ Btu/h}$$

$$1 \text{ Btu/s} = 1.055\,056 \text{ kW}$$

$$1 \text{ hp (UK)} = 0.7457 \text{ kW}$$

$$= 550 \text{ lbf}\cdot\text{ft/s}$$

$$= 2544.43 \text{ Btu/h}$$

$$1 \text{ ton of refrigeration} = 3.516\,85 \text{ kW}$$

$$1 \text{ ton of refrigeration} = 12\,000 \text{ Btu/h}$$

Pressure

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg/m}\cdot\text{s}^2$$

$$1 \text{ bar} = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ atm} = 101.325 \text{ kPa}$$

$$= 1.01325 \text{ bar}$$

$$= 760 \text{ mm Hg [0°C]}$$

$$= 10.332\,56 \text{ m H}_2\text{O [4°C]}$$

$$1 \text{ torr} = 1 \text{ mm Hg [0°C]}$$

$$1 \text{ mm Hg [0°C]} = 0.133\,322 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ m H}_2\text{O [4°C]} = 9.806\,38 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ lbf/in.}^2 = 6.894\,757 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ atm} = 14.695\,94 \text{ lbf/in.}^2$$

$$= 29.921 \text{ in. Hg [32 F]}$$

$$= 33.899\,5 \text{ ft H}_2\text{O [4°C]}$$

$$1 \text{ Pa} = 0.000\,6895 \text{ bar}$$

$$1 \text{ in. Hg [0°C]} = 0.49115 \text{ lbf/in.}^2$$

$$1 \text{ in. H}_2\text{O [4°C]} = 0.036126 \text{ lbf/in.}^2$$

Specific energy

$$1 \text{ kJ/kg} = 0.42992 \text{ Btu/lbm}$$

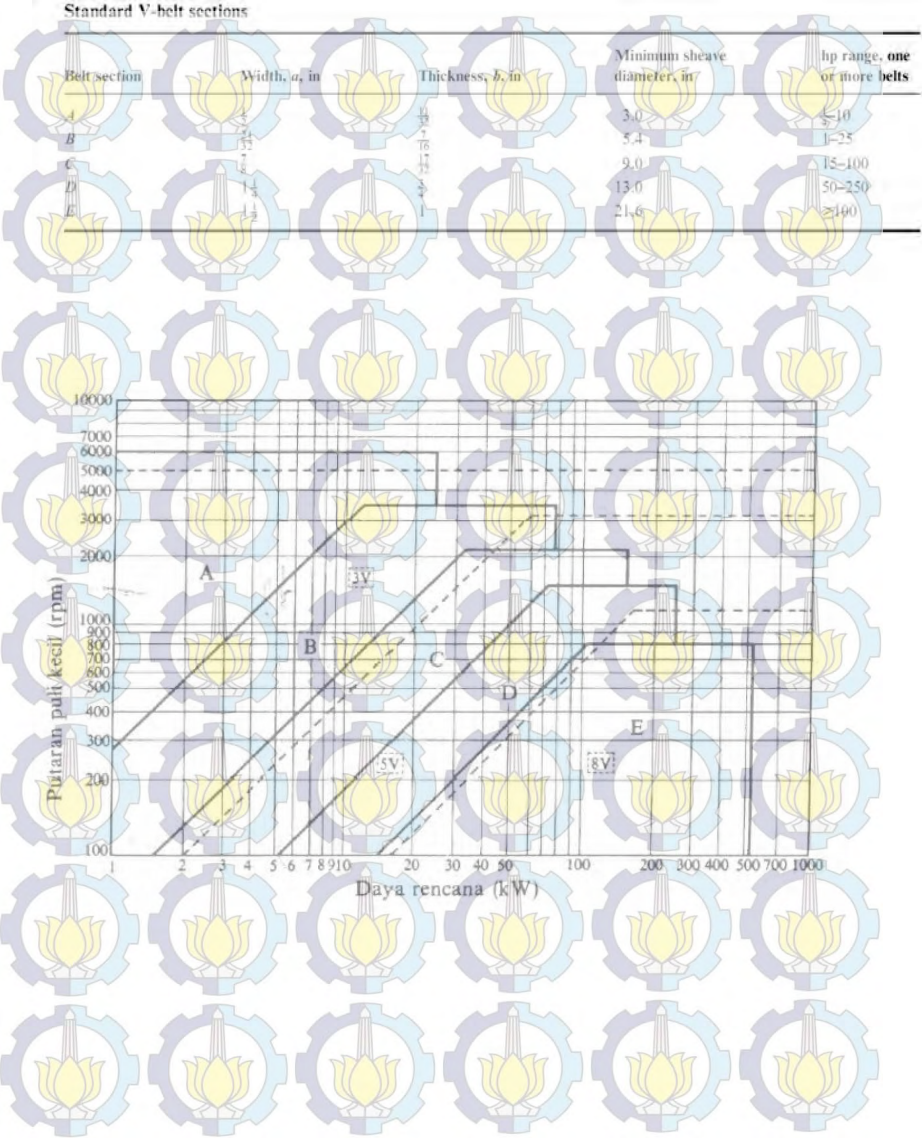
$$= 334.55 \text{ lbf}\cdot\text{ft/lbm}$$

$$1 \text{ Btu/lbm} = 2.326 \text{ kJ/kg}$$

$$1 \text{ lbf}\cdot\text{ft/lbm} = 2.98907 \times 10^{-3} \text{ kJ/kg}$$

$$= 1.28507 \times 10^{-3} \text{ Btu/lbm}$$

Lampiran 2. Spesifikasi Belt



Lampiran 3. Spesifikasi Panjang Belt

Type of belt	Cross-sectional			Design length of belt, L Mm
	b mm	h mm	A cm ²	
O	10	6	0,47	400; 450; 560; 630; 710; 800; 900 1000; 1120; 1250; 1400; 1600 1800; 2000; 2240; 2500
A	13	8	0,81	560; 630; 710; 800; 900; 1000; 1120 1250; 1400; 1600; 1800; 2000 2240; 2500; 2800; 3150; 3550; 4000
B	17	10,5	1,38	800; 900; 1000; 1120; 1250; 1400 1600; 1800; 2000; 2240; 2500 2800; 3150; 3550; 4000; 4500 5000; 5600; 6300
C	22	13,5	2,3	1800; 2000; 2240; 2500; 2800 3150; 3550; 4000; 4500; 5000 5600; 6300; 7100; 8000; 9000; 10.000
D	32	19	4,75	3150; 3550; 4000; 4500; 5000 5600; 6300; 7100; 8000; 9000 10.000; 11.000; 12.500; 14.000
E	38	23,5	6,95	4500; 5000; 5600; 7100 8000; 9000; 10.000; 11.200; 12.500 14.000; 16.000; 18.000
F	50	30	11,7	6300; 7100; 8000; 9000; 10.000 11.200; 12.500; 14.000; 16.000; 18.000

(Dobrovolsky, 1985: 238)

Lampiran 5. Sudut Kontak dan Panjang Belt

Sketch				
Arc of contact between the belt and the smaller pulle	$\alpha \approx 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{A} 60^\circ$	$\alpha \approx 180^\circ - \frac{D_2 + D_1}{A} 60^\circ$	$\alpha \approx 180^\circ + \frac{D_2 - D_1}{A} 60^\circ$	$\alpha \approx 180^\circ + \frac{D_2 - D_1}{A} 60^\circ + \frac{(D_1 + D_2 - 2E)}{2A_p}$
Geometrical length of belt (disregarding tension and sag)	$L = 2A + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4A}$	$L = 2A + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 + D_1)^2}{4A}$	$L = 2A + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{D_2^2 + D_1^2}{4A}$	$L = (A + A_p + C) + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{8A} + \frac{(D_1 + D_2)^4}{8A} + \frac{(D_1 + D_2)^4}{8C} - \frac{E}{A_p} \frac{2}{E(D_2 + D_1)} \frac{2}{C}$

Lampiran 6. Factor Koreksi pada Belt

Mesin yg digerakkan	Penggerak					
	Momen puntir puncak 200%			Momen puntir puncak >100%		
	Motor AC (momen normal, sangkar baling sinkron) motor arus searah (lilitan shunt)			Motor AC balik (momen tinggi, fase tunggal, lilitan seri) motor arus searah (lilitan kompon, lilitan seri), mesin torak, kopling tak tetap		
	Jumlah jam kerja per hari			Jumlah jam kerja per hari		
	3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam	3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam
<i>Variasi beban sangat kecil</i>						
Pengaduk zat cair, kipas angin, blower (sampai 7,5 kw), pompa sentrifugal, konveyor tugas ringan	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
<i>Variasi beban kecil</i>						
Konveyor sabuk (pasir, batu bara) pengaduk, kipas angin (lebih dari 7,5 kw), mesin torak, peluncur, mesin perkakas, mesin percetakan	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
<i>Variasi beban sedang</i>						
Konveyor (ember, sekrup), pompa torak, kompresor, gilingan palu, pengocok, roots-blower, mesin tekstil, mesin kayu	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
<i>Variasi beban besar</i>						
Penghancur, gilingan bola atau batang, pengangkat, mesin pabrik karet (rol karet, lender)	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

(Sumber : Sularso, 2004 : 165)

Lampiran 7. Servis Factor untuk V-Belt (Fa)

Service factors C_s for V-belt and flat belt drives

Driven machinery	Power source				High or nonuniform torque
	Normal torque characteristic				
Uniform		1.0-1.2			1.1-1.3
Light shock		1.1-1.3			1.2-1.4
Medium shock		1.2-1.4			1.4-1.6
Heavy shock		1.3-1.5			1.5-1.8

Source: Eagle Belting Co., Des Plaines, Illinois; table reproduced from J. E. Shigley and C. R. Mischke, *Mechanical Engineering Design*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1989.

Lampiran 8. Dimensi dan Bahan untuk Belt

	Leather	Rubber canvas	Solid-woven cotton	Woven woolen	Interstitched rubber	Woven semi-linen
Width b in mm	20-300	20-500	30-250	50-300	20-137	15-53
Thickness h in mm	Single 3-5.5 Double 7.5-10	2.5-13.5 4-10 (without layers), 370 (with layers)	4.5-6.5-8.5	6-9-11	1.75-2.5-3.3	1.75
UTS in kg/cm^2	200	370	350-405	300	300	500
Max elongation	10% at 100 kg/cm^2	18% at rupture	20-25% at rupture	60% at rupture	16% at rupture	10% at rupture
Ratio D_{\min}/h recommended	35	40	30-40	30	40	30
Allowable	25	30	25-35	25	30	25
Recommended max velocity max in m/sec	40	20-30	25	30	50	50
Specific weight in kg/dm^3	0.98	1.25-1.50	0.75-1.05	0.90-1.24	≈ 1.2	≈ 1.0
Constanta a	29	25	21	18	23	21
w (formula 3-25)	300	100	150	150	200	150
Modulus of Elastisitas, E_b in kg/cm^2	1.000-1.500	800-1.200	300-600		1.000-1.200	

Sumber : (Dobrovolsky, 1985: 214)

Lampiran 9. Koefisien Gesek antara Belt dan Pulley

Type of belt	Pule material			
	Compressed paper	wood	steel	Cast iron
<u>Leather :</u>				
Tanned with vegetable compound	0.35	0.30	0.25	0.25
Tanned with mineral compound	0.50	0.45	0.40	0.40
<u>Cotton :</u>				
Solid woven	0.28	0.25	0.22	0.22
Stitched	0.25	0.23	0.20	0.20
<u>Woolen</u>	0.45	0.40	0.35	0.35
<u>Rubber</u>	0.35	0.32	0.30	0.30

Lampiran 10. Beban Equivalen Bearing

Factor X and Y for Ball and Roller Bearings

Contact angular α , deg	(i.Fa/Co)	Single-Row Bearing		Double-Row Bearing				e
		(Fa/V.Fr) > e		(Fa/V.Fr) < e		(Fa/V.Fr) > e		
		X	Y	X	Y	X	Y	
Radial Contact Ball Bearing								
	0,014		2,30				2,30	0,19
	0,028		1,99				1,99	0,22
	0,056		1,71				1,71	0,26
	0,084		1,55				1,55	0,28
	0,110	0,56	1,45	1	0	0,56	1,45	0,30
	0,170		1,31				1,31	0,34
	0,280		1,15				1,15	0,38
	0,420		1,04				1,04	0,42
	0,560		1,00				1,00	0,44
Angular Contact Ball Bearing								
	0,014		2,30		2,78		3,74	0,23
	0,028		1,99	Use X, Y and e evaluates applicable to single- row radial contact bearing	2,40		3,23	0,26
	0,056		1,71		2,07		2,78	0,30
	0,085		1,55		1,87		2,52	0,34
	0,110	0,56	1,45		1,75	0,78	2,36	0,36
	0,170		1,31		1,58		2,13	0,40
	0,280		1,15		1,39		1,87	0,45
	0,420		1,04		1,26		1,69	0,50
	0,560		1,00		1,21		1,63	0,52
5	0,014		1,88		2,18		2,30	0,19
	0,028		1,71		1,98		1,99	0,22
	0,057		1,52		1,76		1,71	0,26
	0,086		1,41		1,63		1,55	0,28
	0,110	0,48	1,34	1,0	1,55	0,75	1,45	0,30
	0,170		1,23		1,42		1,31	0,34
	0,290		1,10		1,27		1,15	0,38
	0,430		1,01		1,17		1,04	0,42
	0,570		1,00		1,16		1,00	0,44
10	0,014		1,88		2,18		2,30	0,19
	0,028		1,71		1,98		1,99	0,22
	0,056		1,52		1,76		1,71	0,26
	0,086		1,41		1,63		1,55	0,28
	0,110	0,48	1,34	1,0	1,55	0,75	1,45	0,30
	0,170		1,23		1,42		1,31	0,34
	0,290		1,10		1,27		1,15	0,38
	0,430		1,01		1,17		1,04	0,42
	0,570		1,00		1,16		1,00	0,44

Catatan :
(Fa/V.Fr) = e, maka X = 1 dan Y = 0. (Single-row Bearing)

Sumber : Deutscher, 1975

Bearing	Outside	Max. Fillet Radius	Width B	Self aligning Ball Bearing	Single Row Deep Groove Ball Bearing	Angular Contact Sleep angle Ball Bearing	Cylindrical Roller Bearing	Spherical Roller Bearing
Bore, d	mm	in	mm	mm	mm	mm	mm	mm
4	16	0,012	5					
5	19	0,012	6					
6								
7								
8								
9								
10	35	0,024	11		845			
12	37	0,039	12	530	1630			
15	42	0,039	13	590	1650			
17	47	0,039	14	820	2170			
20	52	0,039	15	900	2150	1920		
25	62	0,039	17	1350	3110	2870	2870	6000
30	72	0,039	19	1740	3700	3840	3940	8500
35	80	0,059	21	2210	4350	4620	5370	10800
40	90	0,059	23	2740	5110	5770	6340	12900
45	100	0,059	25	3580	6600	7730	9030	17300
50	110	0,079	27	3930	7510	9200	11100	18300

Sumber : Deuschman, 1975

Sumber: Deutschman, 1975

Lampiran 12. Jenis Beban Ball Bearing

Type Of Service	Multiply Calculated Load by Following Factors	
	Ball Bearing	Roller Bearing
Uniform and steady load	1.0	1.0
Light shock load	1.5	1.0
Moderate shock load	2.0	1.3
Heavy shock load	2.5	1.7
Extreme and indeterminate shock load	3.0	2.0

Lampiran 13. Faktor Koreksi K_θ

$\frac{D_p - d_p}{C}$	Sudut kontak puli kecil $\theta_1(^{\circ})$	Faktor koreksi K_θ
0,00	180	1,00
0,10	174	0,99
0,20	169	0,97
0,30	163	0,96
0,40	157	0,94
0,50	151	0,93
0,60	145	0,91
0,70	139	0,89
0,80	133	0,87
0,90	127	0,85
1,00	120	0,82
1,10	113	0,80
1,20	106	0,77
1,30	99	0,73
1,40	91	0,70
1,50	83	0,65

Lampiran 14. Kapasitas Daya untuk Belt Tunggal

Penampang A									
Jarak dari Mekanisme ke Belt	Penampang A				Penampang B				Jarak tambahan sesuai kecepatan putaran
	60mm	100mm	670mm	100mm	1,25-1,34	1,35-1,51	1,52-1,99	2,00- 418mm	
600	0,15	0,41	0,12	0,26	0,01	0,02	0,08	0,02	0,31
400	0,18	0,35	0,21	0,48	0,04	0,04	0,04	0,05	0,39
600	0,35	0,77	0,27	0,67	0,05	0,05	0,07	0,07	1,24
600	0,44	0,98	0,35	0,84	0,07	0,08	0,10	0,10	1,36
1000	0,53	1,18	0,39	1,00	0,08	0,10	0,12	0,12	1,45
1600	0,59	1,37	0,43	1,16	0,10	0,12	0,14	0,14	1,55
1600	0,66	1,54	0,48	1,31	0,12	0,14	0,18	0,18	1,65
1600	0,72	1,71	0,51	1,43	0,13	0,15	0,18	0,20	1,73
Penampang B									
Jarak dari Mekanisme ke Belt	Penampang A				Penampang B				Jarak tambahan sesuai kecepatan putaran
	60mm	100mm	670mm	100mm	1,25-1,34	1,35-1,51	1,52-1,99	2,00- 418mm	
600	0,15	0,41	0,12	0,26	0,01	0,02	0,08	0,02	0,31
400	0,18	0,35	0,21	0,48	0,04	0,04	0,04	0,05	0,39
600	0,35	0,77	0,27	0,67	0,05	0,05	0,07	0,07	1,24
600	0,44	0,98	0,35	0,84	0,07	0,08	0,10	0,10	1,36
1000	0,53	1,18	0,39	1,00	0,08	0,10	0,12	0,12	1,45
1600	0,59	1,37	0,43	1,16	0,10	0,12	0,14	0,14	1,55
1600	0,66	1,54	0,48	1,31	0,12	0,14	0,18	0,18	1,65
1600	0,72	1,71	0,51	1,43	0,13	0,15	0,18	0,20	1,73

Lampiran 15. Kekuatan Tarik Baja Karbon Kontruksi Mesin Untuk Bahan Poros

Tabel 1.1. Baja karbon untuk konstruksi mesin dan baja batang yang difinis dingin untuk poros.					
Standar dan macam	Lambang	Perlakuan panas	Kekuatan tarik (kg/mm^2)		Keterangan
Baja karbon konstruksi mesin (JIS G 4301)	S30C	Penormalan	48		
	S35C	"	52		
	S40C	"	55		
	S45C	"	58		
	S50C	"	62		
	S55C	"	66		
Batang baja yang difinis dingin	S35C-D	-	53		ditarik dingin,
	S45C-D	-	60		digerinda, di-
	S55C-D	-	72		bubut, atau ga-
					bungan antara hal-hal tersebut
Tabel 1.2. Baja paduan untuk poros.					
Standar dan macam	Lambang	Perlakuan panas	Kekuatan tarik (kg/mm^2)		
Baja khrom-nikel (JIS G 4102)	SNC 2	Pengerasan kulit	85		
	SNC 3		95		
	SNC21		90		
	SNC22		100		
	SNCM 1		85		
Baja khrom-nikel-molibden (JIS G 4103)	SNCM 2	Pengerasan kulit	95		
	SNCM 7		100		
	SNCM 8		105		
	SNCM 22		90		
	SNCM23		100		
	SNCM25		120		
Baja khrom (JIS G 4104)	SCr 3	Pengerasan kulit	90		
	SCr 4		95		
	SCr 5		100		
	SCr5		90		
	SCr5		85		
Baja khrom-nikel-molibden (JIS G 4105)	SCr 3	Pengerasan kulit	85		
	SCr 4		95		
	SCr 5		100		
	SCr5		90		
	SCr5		85		

Lampiran 16. Dimensi tipe pasak datar (*square key*), ukuran dalam inches

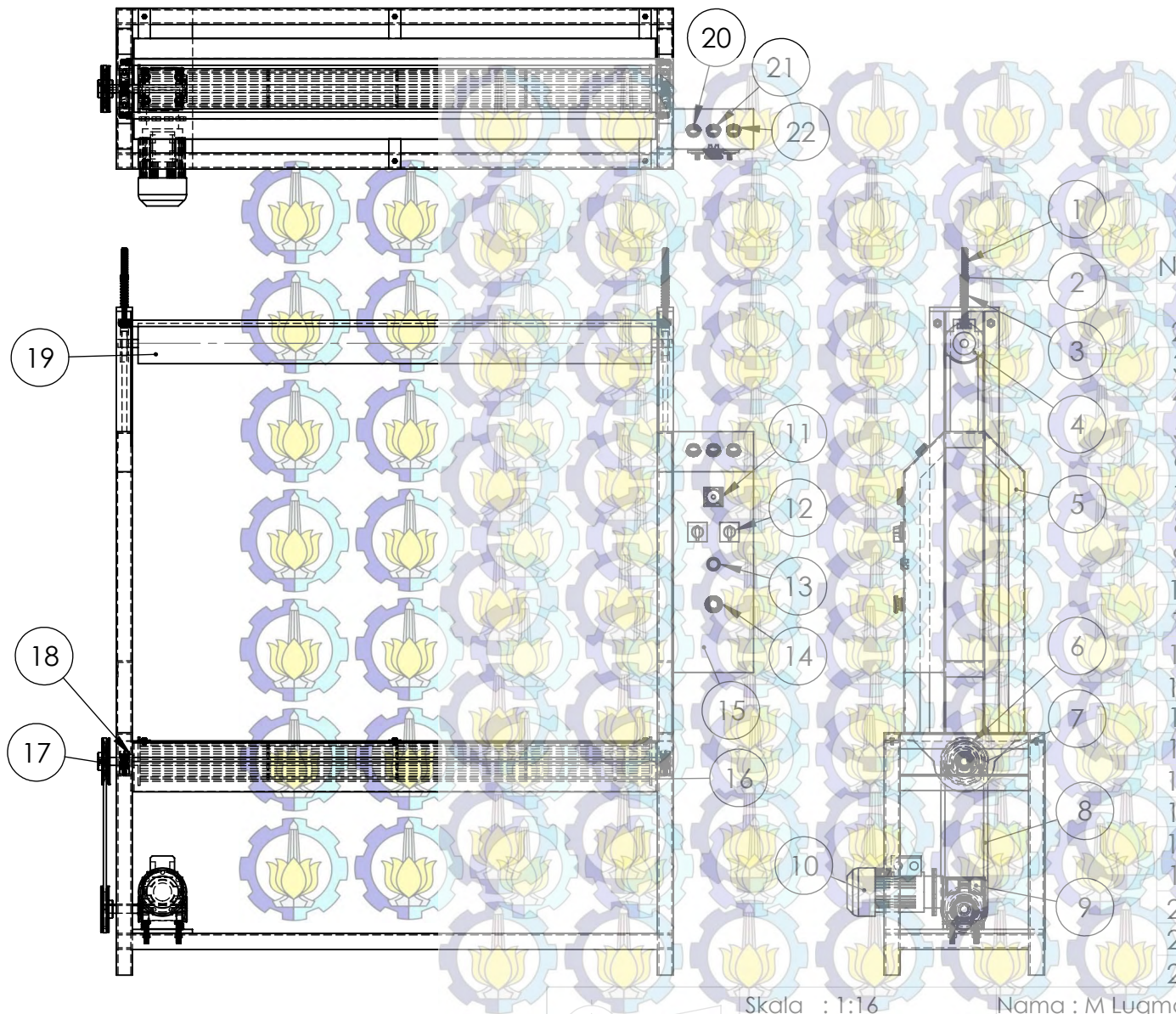
Table 7-6 Dimensions of square plain parallel stock keys (dimensions in inches, see Figure 7-7a on next page)

Table 7-6 Dimensions of square plain parallel stock keys (dimensions in inches, see Figure 7-7a on next page)

Shaft Diameter	Width and Thickness of Key, $\frac{W}{8}$	Bottom of Key, seat to Opposite side of Shaft, S	Width and Thickness of Key, $\frac{W}{8}$	Bottom of Key, seat to Opposite Side of Shaft, S	Shaft Diameter	Width and Thickness of Key, $\frac{W}{8}$	Bottom of Key, seat to Opposite side of Shaft, S	Width and Thickness of Key, $\frac{W}{8}$	Bottom of Key, seat to Opposite Side of Shaft, S
$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	0.430	$\frac{1}{8}$	1.225	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	2.021	$\frac{1}{8}$	3.309
$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{8}$	0.493	$\frac{1}{8}$	1.284	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{8}$	2.084	$\frac{1}{8}$	3.373
$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{8}$	0.517	$\frac{1}{8}$	1.352	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	2.148	$\frac{1}{8}$	3.437
$\frac{11}{16}$	$\frac{1}{8}$	0.581	$\frac{1}{8}$	1.416	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{8}$	2.275	$\frac{1}{8}$	3.690
$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{8}$	0.644	$\frac{1}{8}$	1.479	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	2.402	$\frac{1}{8}$	3.831
$\frac{13}{16}$	$\frac{1}{8}$	0.708	$\frac{1}{8}$	1.542	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{8}$	2.450	$\frac{1}{8}$	3.944
$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{8}$	0.771	$\frac{1}{8}$	1.527	$\frac{15}{16}$	$\frac{1}{8}$	2.514	$\frac{1}{4}$	4.042
$\frac{15}{16}$	$\frac{1}{4}$	0.796	$\frac{1}{8}$	1.591	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	2.577	$\frac{1}{4}$	4.232
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	0.859	$\frac{15}{16}$	1.655	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	2.704	$\frac{1}{4}$	4.296
$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{4}$	0.923	$\frac{1}{2}$	1.718	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	2.831	$\frac{1}{2}$	4.550
$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	0.956	$\frac{1}{16}$	1.782	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{8}$	2.880	$\frac{1}{3}$	4.740
$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{4}$	1.049	$\frac{1}{8}$	1.845	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	2.944	$\frac{1}{4}$	4.803
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	1.112	$\frac{1}{16}$	1.909	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	3.007	$\frac{1}{2}$	4.900
$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{4}$	1.137	$\frac{1}{4}$	1.972	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	3.140	$\frac{1}{2}$	5.091
$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	1.201	$\frac{1}{2}$	1.957	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	3.261	$\frac{1}{2}$	5.155

SOURCE: ASME: ANSI Standard B17.1-1967.

distance on W = 0.0020 m. for shafts $\frac{1}{2}$ to $1\frac{1}{2}$ m. diameter; -0.0025 m. for shafts $1\frac{1}{2}$ to 3 m. diameter; -0.0030 m. for shafts $3\frac{1}{2}$ to 6 m. diameter.



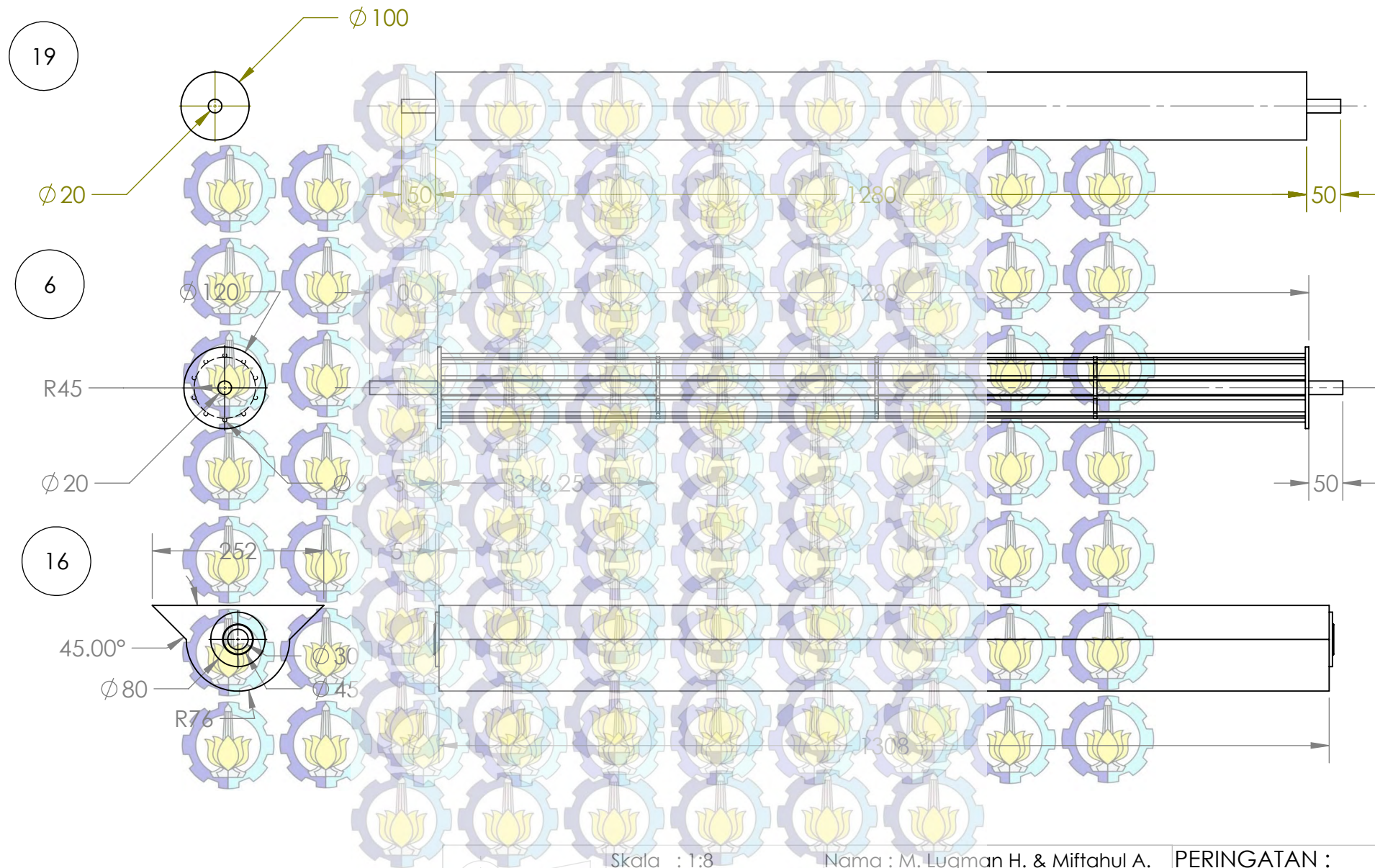
No.	KOMPONEN	MATERIAL	JML
1	Stud M10		2
2	Mur M10		2
3	Pegas		2
4	Bearing D bore 20		2
5	Rangka	Besi	1
6	Roll Bawah	SS 304	1
7	Bearing D bore 20		2
8	V-Belt	Rubber	1
9	Gearbox		1
10	Motor		1
11	Timer		1
12	Saklar		2
13	Push Button		1
14	Emergency Button		1
15	Plat Panel Listrik	Plat Besi	1
16	Wadah	SS 304	1
17	Pulley	Besi Cor	2
18	Oil Seal Tipe KBR		2
19	Roll Atas	Besi	1
20	Lampu Hijau		1
21	Lampu Kuning		1
22	Lampu Merah		1



Skala : 1:16
Satuan : mm
Tanggal : 27-4-2015

Nama : M Luqman H & Miftahul A
NRP : 2112039005 & 2112039043
Dilihat : Ir. Nur Husodo, M.Sc

PERINGATAN :

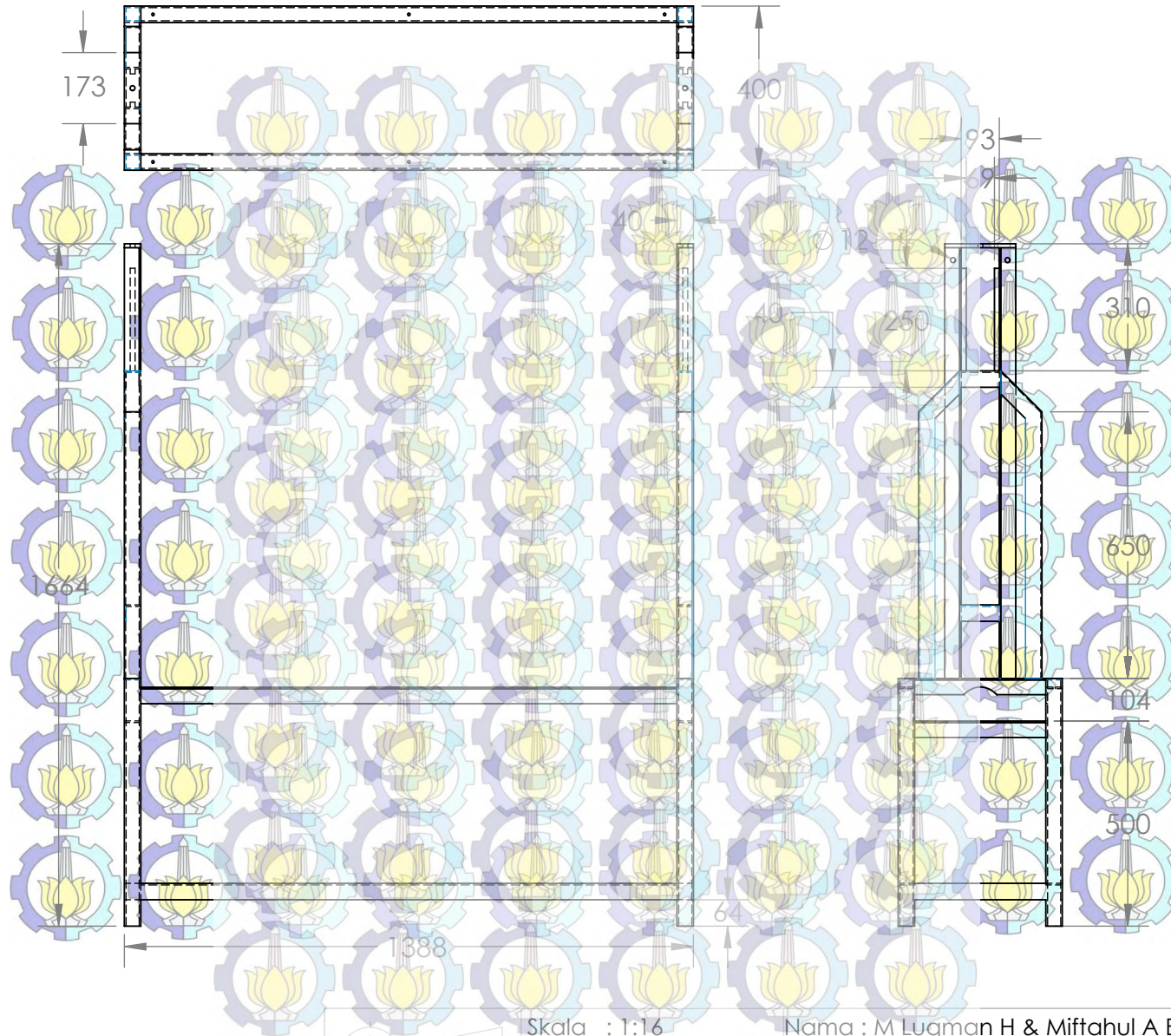


Skala : 1:8
 Satuan : mm
 Tanggal : 27-4-2015

Nama : M. Luqman H. & Miftahul A.
 NRP : 2112039005 & 2112039043
 Dilihat : Ir. Nur Husodo, M.S

PERINGATAN :

5



Skala : 1:16
Satuan : mm
Tanggal : 27-4-2015

Nama : M Luqman H & Miftahul A B
NRP : 2112039005 & 2112039043
Dilihat : Ir. Nur Husodo, M.S

PERINGATAN :

D3 TEKNIK MESIN PRODUKSI
ITS-DISNAKER

RANGKA

No. 3

A4

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan dari keluarga sederhana di Sidoarjo, 03 Agustus 1993, merupakan anak terakhir dari 6 bersaudara pasangan Bapak Abdul Rozak (Alm) dan Ibu Marwiyah yang beralamat di Desa Bangsri, Kecamatan Sukodono, Kabupaten Sidoarjo. Pendidikan formal pertama di MI Hasyim Asy'ari Bangsri, MTs Hasyim Asy'ari Bangsri Sukodono, dan SMAN 1 Taman. Kemudian penulis lulus dan diterima di Jurusan D-3 Teknik Mesin Produksi Kerjasama ITS-DISNAKERTRANSDUK Prov. Jawa Timur melalui seleksi ujian masuk D-3 pada tahun 2012 dan terdaftar dengan Nomor Registrasi Pokok (NRP) 2112039043.

Di jurusan D-3 Teknik Mesin Produksi Kerjasama ITS-DISNAKERTRANSDUK ini penulis mengambil spesialisasi di program studi Manufaktur. Penulis dikenal aktif mengikuti kegiatan Program Kreativitas Mahasiswa ITS pada tahun 2012-2014. Penulis sempat mendapatkan pengalaman magang di PT. IGLAS (Persero) dibagian Produksi. Selain itu, ketertarikan penulis terhadap dunia manufaktur serta pengalaman kepemimpinan atau keorganisasian mendorongnya berperan aktif untuk menerapkan keterampilannya di dalam maupun di luar kampus, yang disumbangkan dengan peran aktif di Organisasi Forum Komunikasi M3NER-ITS 2012-2014 sebagai anggota dan ketua departemen PSDM, Pelatihan *Character Capacity Building for Future Leader* (CCBFL), menjadi panitia di berbagai kegiatan seperti *International Scholarship Talkshow* ITS, seminar Kode Bisnis dan lain-lain.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan dari keluarga sederhana di Surabaya, 2 April 1994, merupakan anak pertama dari lima bersaudara pasangan Bapak Drs Syaiful K. dan Dra. Yetty Tripudji S. Yang beralamat di Taman Satelit Timur KK-1 Surabaya, Kecamatan Sukomanunggal, Kabupaten Tanjungsari. Pendidikan formal pertama adalah SDN DR Sutomo V-327 Surabaya, SMPN 22 Surabaya, dan SMAN 6 Surabaya. Kemudian penulis lulus dan diterima di Jurusan D-3 Teknik Mesin Produksi Kerjasama ITS-DISNAKERTRANSDUK Prov. Jawa Timur melalui seleksi ujian masuk D-3 pada tahun 2012 dan terdaftar dengan Nomor Registrasi Pokok (NRP) 2112039005.

Di jurusan D-3 Teknik Mesin Produksi Kerjasama ITS-DISNAKERTRANSDUK ini penulis mengambil spesialisasi di program studi Manufaktur. Penulis dikenal aktif mengikuti kegiatan Program Kreativitas Mahasiswa ITS pada tahun 2012, 2013, dan 2014. Penulis sempat merasakan magang di PT. Gudang Garam Direktorat Grafika Waru Sidoarjo sebagai Maintenance di Divisi Cutting. Selain itu, ketertarikan penulis terhadap dunia manufaktur mendorongnya berperan aktif untuk menerapkan keterampilannya di dalam maupun di luar kampus, yang disumbangkan dengan peran aktif di Organisasi Forum Komunikasi M3NER-ITS 2012-2015 sebagai anggota Ristek dan Ketua departemen Ristek pada tahun 2014.

RANCANG BANGUN MESIN PEWARNAAN DASAR KAIN BATIK TULIS PADA INDUSTRI KECIL DI KAMPOENG BATIK JETIS-SIDOARJO

Miftahul Ahzabuddin¹⁾ Muhammad Luqman Hakim²⁾ Ir. Nur Husodo, M.S³⁾

Program Studi D3 Teknik Mesin Produksi Kerjasama FTI-ITS Surabaya Disnakertransduk Prov. Jawa Timur

Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111

Email : miftahulahzabuddin@gmail.com¹⁾, mluqmanhkm@gmail.com²⁾, nurhusodo21@gmail.com³⁾

Abstrak

Batik merupakan warisan budaya dunia yang berasal dari Indonesia dan sudah diakui oleh Badan Perserikatan Bangsa Bangsa Urusan Kebudayaan (UNESCO). Salah satu proses pembuatan batik adalah pewarnaan pada kain batik. Di industri kecil pewarnaan dasar kain batik masih dilakukan secara manual dengan menggunakan tangan. Hal tersebut menyebabkan rendahnya kualitas pewarnaan karena warna yang dihasilkan kurang merata dan tercampur dengan warna motif yang disebabkan retaknya lilin sebagai penutup motif batik.. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah mesin yang dapat mengatasi masalah tersebut, sehingga menghasilkan warna yang merata dan terjaga tidak tercampur dengan warna motif batik. Mesin ini dirancang menggunakan dua roll yang dipasang pada bagian atas dan bawah. Kain dibentangkan mengitari dua roll. Roll bawah berputar sebagai penggerak kain maka roll atas turut berputar sehingga menghasilkan pewarnaan merata. Dan diharapkan mesin ini menunjang kapasitas produksi industri kecil. Dari hasil perhitungan diperoleh daya motor yang dibutuhkan 0,019 HP, dengan putaran motor 1400 rpm yang direduksi oleh gearbox dengan rasio 1:30 untuk menggerakkan dua buah roll yang berdiameter 100 mm dengan kecepatan 47 rpm setelah dilakukan uji coba, didapatkan kualitas pewarnaan dasar kain batik lebih merata dan tidak terjadi retakan lilin.

Kata kunci: mesin pewarnaan, kain, batik tulis.

PENDAHULUAN

Industri di Indonesia sudah berkembang luas. Salah satunya industri batik, merupakan industri yang sangat potensial untuk dikembangkan. Pengakuan UNESCO bahwa batik merupakan warisan dunia dari Indonesia menjadi momentum kebangkitan batik di kawasan Jetis, Sidoarjo Kota yang dikenal dengan “Kampoeng Batik” Jetis. Pembuatan batik tulis melalui tiga tahap yaitu peletakan lilin, pewarnaan dan penghilangan lilin. Proses pewarnaan dasar pada kain batik tulis menggunakan tenaga manusia sehingga waktu yang dibutuhkan cukup lama dan kurang merata. Membatik telah diwariskan secara turun temurun hingga saat ini. Dengan pola tradisional ini, sejak dahulu masyarakat menuangkan imajinasi melalui gambar pada batik. Masyarakat juga telah mengenal seni pewarnaan tradisional dengan bahan-bahan alami sebelum mengenal pewarnaan dengan bahan kimia. Batik yang tersebar hampir diseluruh Indonesia memiliki bentuk ragam hias yang berbeda-beda diantara satu dan lainnya. Pada tahun 2009, Batik diakui UNESCO sebagai Warisan Budaya Takbenda dari Indonesia (ditindb, n.d.). Pewarnaan dasar pada kain batik tulis menggunakan bak celup. Kurniadi (1996:20) berpendapat “Bak celup diperuntukkan untuk memberi warna pada kain dengan jenis warna tertentu, sehingga besar kecil bak celup serta jumlah bak celup disesuaikan dengan kebutuhan. Yang perlu diperhatikan didalam penyediaan bak celup adalah bak celup tersebut kuat atau tidak bocor dan dapat menampung kain yang dicelup”. Rancangan mesin pewarnaan dasar pada kain batik tulis menggunakan mesin dengan 2 buah roll yang disusun pada bagian atas dan bawah. Kain dililitkan pada kedua buah roll. Roll bawah berada dalam wadah pewarnaan dan dihubungkan dengan motor sebagai penggerak sehingga kain dapat berjalan vertikal yang dapat menggerakkan roll bagian atas. Kain bagian bawah tercelup dengan pewarna secara kontinyu

sehingga dapat mempercepat proses pewarnaan. Maka dari itu dirancang suatu alat yaitu “Mesin Pewarnaan Dasar Kain Batik Tulis pada Industri Kecil di Kampoeng Batik Jetis-Sidoarjo”.

Dalam perencanaan ini perlu adanya pembatasan permasalahan yang timbul supaya tidak terlalu meluas, antara lain :

1. Spesimen yang digunakan adalah kain batik dengan panjang 2 meter dan lebar 1,15 meter.
2. Diameter dua buah roll yang digunakan 100 mm.
3. Fluida cairan pewarna kain batik diabaikan.
4. Kekuatan sambungan las pada rangka diasumsikan aman untuk pemakaian.
5. Sistem kelistrikan tidak dibahas lebih lanjut.

TINJAUAN PUSTAKA

Batik Tulis Jetis Sidoarjo

Secara bahasa, batik berasal dari bahasa Jawa, yaitu *amba* dan *nitik* yang artinya menuliskan atau menorehkan titik-titik. Batik merupakan kain bergambar yang dibuat secara khusus dengan cara menuliskan malam pada kain dan pengolahannya diproses dengan cara tertentu (Asikin, 2008). Batik ini dikerjakan secara manual atau dalam pembuatan pola serta pengisian warna dalam pola-polanya dilakukan dengan menggunakan tangan manusia. Mengingat pengerjaannya dilakukan secara manual, membuat batik tulis membutuhkan waktu yang relatif lama (Setiati, 2007). Kampoeng Batik Jetis Sidoarjo merupakan salah satu penghasil batik tulis. Batik Sidoarjo yang mencuatkan warna merah cukup dominan. Ornamennya menampilkan daun keladi dan ceplok-ceplok bunga bermekaran, motif bunga matahari, daun pakis, kupu-kupu dan mahkota (Anshori & Kusrianto, 2011).

Perhitungan Daya Motor

Hubungan antara daya dan torsi dapat dilihat pada rumus dibawah ini :

Torsi satuannya lbf.in dan Daya satuannya HP (Collins Jack A, 2003 : 180)

$$T = 63.025 \frac{P}{n} \quad (2.1a)$$

Dimana :

T = Torsi, lbf.in

N = Daya, HP

Belt dan Pulley

Belt termasuk alat pemindah daya yang cukup sederhana dibandingkan rantai dan roda gigi. Belt terpasang pada dua buah pulley atau lebih, pulley pertama sebagai penggerak sedangkan pulley kedua sebagai pulley yang digerakkan. Sedangkan belt yang digunakan adalah jenis V-belt dengan penampang melintang berbentuk trapesium.



Gambar. Belt dan pulley

Perhitungan Torsi dan Daya yang ditransmisikan

$$P_d = f_c \cdot P \quad (2.1)$$

Dimana :

P_d = Daya Perencanaan

F_c = Faktor koreksi

P = Daya yang ditransmisikan

Torsi satuannya kgf.mm dan Daya satuannya kW (Sularso, 2000: 7)

$$T = 9,74.10^5 \frac{P}{n} \quad (2.1b)$$

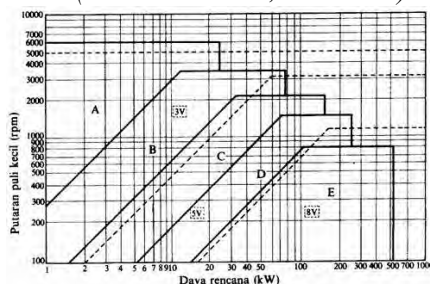
Dimana :

T = Torsi , kg.mm

P_d = Daya, kW

Pemilihan Belt

Belt dipilih berdasarkan daya perencanaan (P_d) dan putaran pulley kecil (n_2), dengan menggunakan Gambar 2.5 maka jenis belt yang sesuai akan diperoleh. (Sumber : Sularso, 2002 : 164)



Gambar 2.2 Diagram pemilihan v-belt

Pemilihan atau Perhitungan Diameter Untuk memilih atau menghitung besarnya diameter pulley, dapat menggunakan rumus perbandingan putaran (i).

(Sumber : Sularso, 2002: 166)

$$i = \frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (2.2)$$

Dimana :

D_1 = Diameter pulley penggerak ; mm

D_2 = Diameter pulley yang digerakkan ; mm

n_1 = Putaran motor ; rpm

n_2 = Putaran motor setelah ditransmisikan; rpm

Kecepatan

Besarnya kecepatan yang biasa dilambangkan “v” dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60.1000} \quad (2.3)$$

Dimana :

v = kecepatan; m/s

D_1 = diameter pulley penggerak; mm

n_1 = putaran motor; rpm

Menghitung Panjang Belt

Untuk menghitung panjang belt yang akan dipakai digunakan rumus :

(Sumber : Sularso, 2002 : 168)

$$L = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2} (D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4.C} \quad (2.4)$$

Dimana :

L = Panjang belt (mm)

C = Jarak antar poros (mm)

D_2 = Diameter pulley yang digerakkan (mm)

D_1 = Diameter pulley penggerak (mm)

Sudut Kontak

Besarnya sudut kontak antara pulley dan belt dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\alpha = 180 - \frac{D_2 - D_1}{a} 60^\circ \quad (2.5)$$

Dimana :

α = sudut kontak ($^\circ$)

D_2 = diameter pulley yang digerakkan (mm)

D_1 = diameter pulley penggerak (mm)

a = jarak antar poros (mm)

Menghitung Gaya Efektif Pada Belt

Belt memiliki 2 gaya pada saat berputar yaitu gaya disisi tarik (F_1) dan gaya disisi kendur (F_2). Gaya yang timbul pada F_1 lebih besar dari F_2 .

$$F_e = F_1 - F_2 \quad (2.6)$$

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{f \cdot \alpha}$$

Dimana :

F_1 = Gaya yang menarik belt (N)

F_2 = Gaya pada belt yang kendur (N)

α = Sudut kontak belt (rad)

f = Koefisien gesek, nilainya dipengaruhi oleh temperatur kerja dan creep, diasumsikan konstan, secara eksperimen dapat dilihat pada table pada lampiran. (Dobrovolsky, 1985: 206)

Tegangan Maksimum pada Belt

Tegangan yang timbul ketika belt sedang bekerja dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma_{max} = \frac{F_o}{A} + \frac{F_e}{2 \cdot A} + \frac{\gamma \cdot v^2}{10 \cdot g} + E_b \frac{h}{D_{min}} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

- F_o = Gaya awal (kg/cm²)
- A = Luas penampang *belt*
= $b \cdot h$ (b = lebar *belt*, h = tebal *belt*)
- F_e = Gaya efektif
- γ = Berat spesifik
- v = Kecepatan keliling (m/s)
- g = Gaya gravitasi
- E_b = Modulus elastisitas bahan *belt*
- D = Diameter *pulley* yang kecil

Umur Belt

Umur *belt* dapat dihitung dengan rumus umum sebagai berikut:

$$H = \frac{N_{base}}{3600 \cdot u \cdot X} \left(\frac{\sigma_{fat}}{\sigma_{max}} \right)^m \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

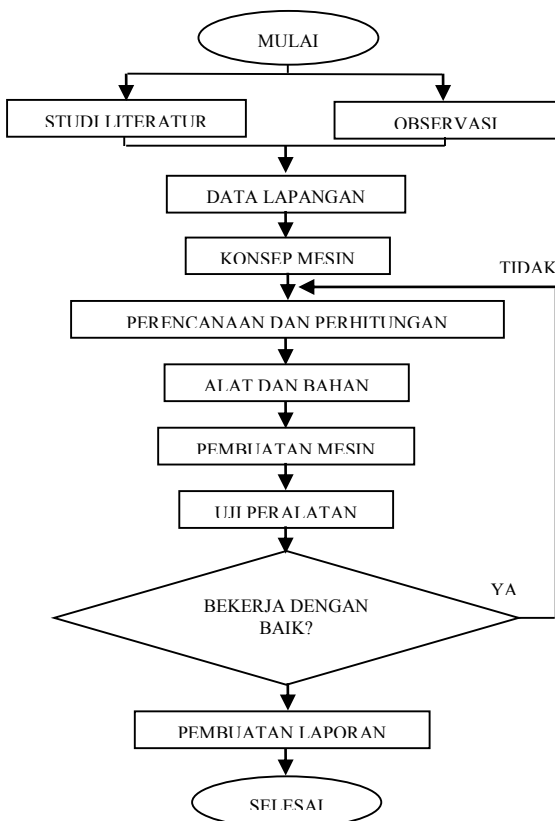
- H = Umur *belt* (jam)
- N_{base} = Basis dari fatigue test yaitu 10^7 cycle
- σ_{max} = Tegangan maksimum yang timbul
- u = Jumlah putaran per detik, atau v/L
(v = kecepatan, m/s dan L = panjang *belt*, m)
- X = Jumlah *belt* yang berputar

Nilai σ_{fat} dan m ditentukan berdasarkan bahan dan tipe *belt*:

- ❖ Untuk *belt* datar nilai $m = 5$ dan untuk V-*belt* nilai $m = 8$
- ❖ $N_{base} = 10^7$ cycle, maka harga σ_{fat} adalah untuk V-*belt* : $\sigma_{fat} = 90$ kg/cm²

METODOLOGI

Flowchart



Gambar. Diagram Alir Pembuatan Mesin Pewarnaan Batik

Tahapan Proses Pembuatan Mesin Pewarnaan Dasar Kain Batik

Proses dalam menyelesaikan Mesin Pewarnaan Dasar Kain Batik ini melalui beberapa tahap sebagai berikut:

1. Observasi

Observasi atau studi lapangan ini dilakukan dengan survei langsung. Hal ini dilakukan dalam rangka pencarian data yang nantinya dapat menunjang penyelesaian tugas akhir ini.

2. Studi literatur

Pada studi literatur meliputi proses mencari dan mempelajari bahan pustaka yang berkaitan dengan segala permasalahan mengenai perencanaan mesin pewarnaan batik. Studi literatur ini diperoleh dari berbagai sumber antara lain text book, tugas akhir yang berkaitan, juga dari media internet dan survey mengenai komponen-komponen di pasaran.

3. Data lapangan

Dari lapangan didapat data bahwa proses pewarnaan dasar kain batik menggunakan mekanisme manual, yang relatif membutuhkan waktu yang lama dan warna kain batik setelah proses pewarnaan kurang merata serta dapat membahayakan kesehatan pembatik.

4. Konsep Mesin

Konsep mesin ini merupakan gambaran dasar mekanisme kerja mesin dengan acuan pada data lapangan yang sudah ada serta didukung studi literatur dan observasi. Konsep mesin dari mesin pewarnaan batik ini dengan proses pengerolan yang terdapat 2 roll yang bertujuan menjaga tegangan dari kain batik tersebut.

5. Perencanaan dan perhitungan

Perencanaan dan perhitungan ini bertujuan untuk mendapatkan desain dan mekanisme yang optimal dengan memperhatikan data yang telah didapat dari studi literatur dan observasi langsung. Rencana mesin yang akan di rancang ini adalah mesin pewarnaan batik untuk pewarnaan dasar kain batik.

6. Penyiapan komponen peralatan

Penyiapan komponen ini meliputi beberapa alat antara lain: Motor AC 1400 rpm (0,5 HP), Reducer (1:30), elemen mesin (bantalan, poros, pasak, *belt*, dan *pulley*), kerangka mesin dan seterusnya.

7. Pembuatan mesin

Dari hasil perhitungan dan perencanaan dapat diketahui spesifikasi dari bahan maupun dimensi dari komponen yang akan diperlukan untuk pembuatan alat. Dari komponen yang diperoleh kemudian dilakukan perakitan untuk membuat alat yang sesuai dengan desain yang telah dibuat.

8. Uji peralatan

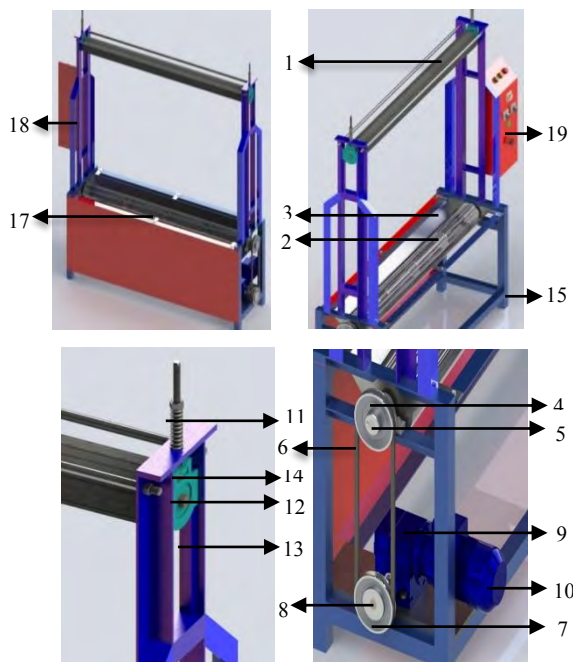
Setelah alat selesai dibuat lalu dilakukan pengujian dengan mengoperasikan alat tersebut. Dalam pengujian nanti akan dicatat dan dibandingkan waktu dan juga benda yang dihasilkan melalui proses manual dengan mesin.

9. Pembuatan laporan

Tahap ini merupakan akhir dari pembuatan mesin pewarnaan batik, dengan menarik kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan.

Mekanisme Kerja Mesin Pewarnaan Batik

Mekanisme kerja mesin pewarnaan batik ini pada awalnya adalah menggunakan dua buah roll yang disusun secara vertikal seperti di tunjukan pada gambar desain mesin di bawah ini :



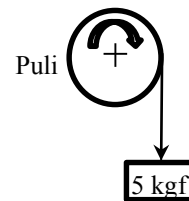
Gambar. Desain Mesin Pewarnaan Batik

Ketika kabel dihubungkan dengan arus listrik lalu waktu untuk motor listrik (10) tersebut menyala diatur pada *timer*. Setelah *timer* diatur lalu tombol on dinyalakan dengan cara ditekan maka motor listrik mulai berputar dengan daya 0,5 HP, kecepatan 1500 rpm yang terletak pada dudukan motor (16) dan rangka bawah (15). Putaran motor ditransmisikan ke *reducer* (9) dengan rasio gearbox 1:30. Ketika *reducer* berputar maka poros satu (8) yang terletak pada *reducer* akan ikut berputar dan dari poros tersebut akan ditransmisikan melalui *pulley* satu (7) dan *belt* (6). Ketika *pulley* satu pada poros satu berputar maka *belt* yang menghubungkan antara *pulley* satu dan *pulley* dua (4) juga ikut berputar. Sehingga perputaran dari *belt* tersebut akan ditransmisikan ke *pulley* dua yang terpasang pada poros dua (5). Ketika *pulley* dua berputar, maka poros dua yang berada pada roll satu (2) akan ikut berputar karena terpasangnya pasak pada *pulley* dua. Dari roll satu yang terletak pada wadah (3) akan ditransmisikan menggunakan kain batik yang menghubungkan antara roll satu dan roll dua (1) yang berada di rangka atas sehingga jika roll satu berputar, maka roll dua juga akan ikut berputar. Wadah yang digunakan untuk cairan pewarna dengan kapasitas 10 liter tidak ikut bergerak karena terdapat penahan wadah (17). Untuk roll dua terdapat lintasan (13) pada pilar (18) sehingga dapat

diatur ketinggiannya dengan mekanisme ulir berpegas (11) yang dihubungkan dengan *pillow block* (14) yang berada pada poros tiga (12). Dan dua roll inilah yang berfungsi menggerakkan kain batik sebagai proses pewarnaan. Setelah proses pewarnaan selesai maka motor akan mati secara otomatis karena diatur oleh *timer* pada panel listrik (19). Pada mesin pewarnaan batik tersebut juga dilengkapi dengan tombol *emergency* yang berfungsi untuk mematikan seluruh sistem jika terjadi kesalahan proses. Selain itu juga terdapat lampu indikator berwarna merah yang akan menyala jika tombol off dinyalakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Gaya



Gambar. Gaya yang Bekerja pada Puli

Dari beberapa percobaan pada puli yang dililit tali kemudian diberikan beban sehingga sesaat dapat bergerak dan selanjutnya ditimbang menggunakan timbangan digital.

Tabel 1 Data Percobaan

Percobaan	Massa
1	4,78 kgf
2	4,96 kgf
3	5,00 kgf

Dari data percobaan yang telah dilakukan maka, besar gaya yang digunakan untuk perhitungan adalah gaya yang paling besar agar mesin dapat bekerja dengan baik.

Dimana :

Putaran motor direncanakan = 1400 rpm

Rasio reducer (gearbox) = 1:30

Putaran output reducer (n_1) = 47 rpm

Putaran roll direncanakan (n_2) = 47 rpm

Jari-jari puli (r_{puli}) = 4,5 in

$$\begin{aligned}
 F &= 5 \text{ kgf} \\
 &= 49,05 \text{ N} \\
 &= 11,0268 \text{ lbf} \\
 T &= F \cdot r_{puli} \\
 &= 11,0268 \text{ lbf} \cdot 2,25 \text{ in} \\
 &= 24,8103 \text{ lbf.in}
 \end{aligned}$$

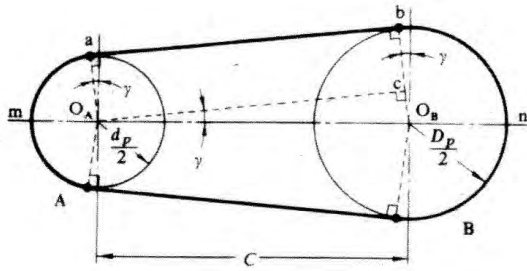
Perhitungan Daya Motor

Dari data yang diperoleh diatas, maka dapat dihitung besarnya daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan roll, menggunakan persamaan (2.1):

$$\begin{aligned}
 T &= 63025 \frac{P}{n} \\
 P &= \frac{T \cdot n}{63025} \\
 &= \frac{24,8103 \text{ lbf.in} \cdot 47 \text{ rpm}}{63025} \\
 &= 0,0185 \text{ HP} \\
 &= 13,675 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Sehingga, Mesin Pewarna dasar kain Batik ini digunakan motor listrik dengan daya 0,5 HP.

Perencanaan Belt dan Puli



Gambar 4.2 Transmisi belt dan pulley
(Sularso, Kiyokatsu Suga; 1991. Hal 168)

Data-data yang diketahui:

- a. Putaran motor direncanakan = 1400 rpm
- b. Rasio reducer = 1:30
- c. Putaran output reducer (n_1) = 47 rpm
- d. Putaran roll direncanakan (n_2) = 47 rpm
- e. Daya motor = 0,5 hp
- f. Jarak kedua sumbu poros = 500 mm

Menghitung daya yang ditransmisikan

Daya desain dihitung dengan rumus (2.1),
Digunakan faktor koreksi (F_c) = 1,1

$$P_d = P \times F_c$$

$$P_d = 0,0136 \times 1,1$$

$$P_d = 0,01496 \text{ kW}$$

Menghitung Torsi

Torsi dapat diketahui dengan rumus pada persamaan (2.1b), yaitu :

$$T_1 = 974.000 \frac{P_d}{n}$$

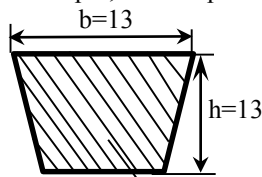
$$= 974.000 \frac{0,01496 \text{ kW}}{47 \text{ rpm}}$$

$$= 310,0221 \text{ kgf} \cdot \text{mm}$$

$$T_1 = T_2 \text{ (karena putaran sama } n_1 = n_2)$$

Memilih Jenis Belt

Berdasarkan tabel dan perhitungan daya di atas $P_d = 0,01496 \text{ kW}$ serta kecepatan desain untuk puli kecil $n = 1400 \text{ rpm}$, maka dipilih V-belt tipe A.



A=0,81 cm²
Gambar 4.3 Penampang Belt

Menghitung Diameter Puli

Diameter puli dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_1}{D_2}$$

$$\frac{47 \text{ rpm}}{47 \text{ rpm}} = \frac{4,5 \text{ in}}{4,5 \text{ in}}$$

$$d_1 = d_2 = 4,5 \text{ in} = 114,3 \text{ mm}$$

Maka, diameter puli 1 dan 2 adalah 114,3 mm.

Menghitung Panjang Belt

Panjang belt dihitung dengan menggunakan rumus (2.4) :

$$L = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2} (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 \cdot C}$$

$$= 2 \cdot 500 + \frac{\pi}{2} (114,3 + 114,3) + 0$$

$$= 1000 + 358,902$$

$$= 1358,902 \text{ mm}$$

Menyesuaikan yang ada di pasaran sehingga didapatkan panjang belt sebesar $L = 1400 \text{ mm}$.
Untuk mengecek, maka :

$$1400 = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2} (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 \cdot C}$$

$$1400 = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2} (114,3 + 114,3) + 0$$

$$2C = 1400 - 358,902$$

$$C = 520,549 \text{ mm}$$

Menghitung Kecepatan

Kecepatan yang bekerja dihitung dengan menggunakan rumus persamaan (2.3) :

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60.1000}$$

$$v = \frac{\pi \cdot 114,3 \text{ mm} \cdot 47 \text{ rpm}}{1000 \cdot 60}$$

$$v = 0,28 \text{ m/s}$$

Menghitung Gaya pada Belt

Gaya yang dihasilkan oleh belt adalah F_1 dan F_2 dengan menggunakan rumus persamaan (2.6):

$$T_1 = F_e \cdot r_1$$

$$F_e = \frac{T_1}{r_1}$$

$$= \frac{310,0221 \text{ kgf} \cdot \text{mm}}{57,15 \text{ mm}}$$

$$= 5,4247 \text{ kgf}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{f \cdot \alpha}$$

$$= 2,71^{0,3 \cdot 3,14} = 2,557$$

$$\alpha = 180^\circ = \frac{180^\circ}{57,2}$$

$$= 3,14 \text{ rad}$$

$$F_1 = 2,557 F_2$$

$$F_e = F_1 - F_2$$

$$= 2,557 F_2 - F_2$$

$$= 1,557 F_2$$

$$F_2 = \frac{F_e}{1,557} = \frac{5,4247}{1,557}$$

$$= 3,484 \text{ kgf}$$

$$F_1 = 2,557 \cdot 3,484$$

$$= 8,908 \text{ kgf}$$

Menghitung Tegangan Maksimal

Dengan menggunakan rumus (2.7) didapat tegangan maksimum, yaitu :

$$\sigma_{max} = \sigma_0 + \frac{F_e}{2 \cdot A} + \frac{\gamma \cdot v^2}{10 \cdot g} + E \frac{h}{d_{kecil}}$$

$$= \frac{12 \text{ kgf}}{\text{cm}^2} + \frac{5,4247 \text{ kgf}}{2(0,81) \text{ cm}^2}$$

$$+ \frac{1,3 \text{ kgf/dm}^3 (0,28 \text{ m/s})^2}{10 \cdot 9,81 \text{ m/s}}$$

$$+ 300 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{8 \text{ mm}}{114,3 \text{ mm}}$$

$$= 36,3465 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Pembahasan

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, kami telah mewujudkan sebuah mesin pewarna dasar untuk kain batik. Pada mesin tersebut menggunakan motor AC 1 phase dengan daya 0,5 HP dan kecepatan 1400 rpm. Namun jika digunakan untuk proses pewarnaan yang relatif memerlukan gerakan yang tidak terlalu tinggi agar tercipta pemerataan warna yang merata maka, digunakan pula gear box dengan ratio 1:30 sehingga luaran kecepatan yang dihasilkan oleh motor yang digunakan adalah 47 rpm. Selain menggunakan motor sebagai penggerak, dalam mesin pewarna dasar kain batik ini juga menggunakan beberapa komponen lain. Beberapa komponen tersebut adalah :

1. Puli yang digunakan berjumlah 2 buah yaitu satu puli single yang terpasang pada motor dan satu puli yang terpasang pada roll bawah. Diameter yang digunakan $D = 4,5$ in.
2. Belt yang digunakan adalah V-belt tipe A dengan panjang 1400 mm. Belt tersebut berfungsi mentransmisikan putaran dari motor menuju roll sehingga roll bisa berputar.
3. Poros yang digunakan pada mesin ini adalah stainless steel. Poros yang digunakan ada 2 buah dimana 2 buah poros yang terpasang pada roll bawah dan atas memiliki panjang dan diameter yang sama yaitu diameter 20 mm.
4. Pasak yang terpasang diantara puli dan poros memiliki dimensi $4,76 \times 4,76 \times 8,6$ mm.
5. Bearing yang digunakan adalah jenis ball bearing mempunyai diameter dalam (d) 20 mm, sesuai dengan diameter poros yang digunakan dan diameter luar (D) 40 mm.
6. Silinder roll yang digunakan adalah stainless steel berjumlah 1 buah untuk roll bawah dan 1 buah poros baja yang terlapisi spons untuk roll atas. Kedua silinder roll yang memiliki diameter yang sama yaitu 100 mm.
7. Besi siku dan besi holo digunakan sebagai rangka dari alat. Besi siku yang digunakan berukuran 4×4 cm dan besi holo yang digunakan berukuran 4×4 cm.
8. Plat besi memiliki beberapa fungsi yaitu sebagai dudukan atau penyangga motor, bantalan roda dan sebagai hendel. Plat yang digunakan memiliki tebal, ukuran dan bentuk yang beraneka ragam sesuai dengan fungsi masing-masing.
9. Mur dan baut adalah salah satu komponen pendukung yang berfungsi sebagai pengunci. Ukuran dari mur dan baut beranekaragam sesuai dengan fungsinya. Beberapa mur dan baut yang digunakan pada mesin roll bending akrilik antara lain : M5, M8, M10.
10. Timer berfungsi sebagai pengatur lamanya proses pewarnaan pada mesin. Jika waktu yang terbaca oleh timer sudah sesuai, roll akan berhenti secara sendirinya.
11. Lampu tersebut terdiri dari 3 warna yaitu merah, hijau, dan kuning. Lampu akan menyala merah jika pada mesin dialiri arus listrik, lampu akan menyala hijau jika saklar dihidupkan sehingga roll bergerak.

12. Ketika tombol on ditekan maka sistem mulai berjalan, jika tombol off ditekan maka sistem akan mati.
13. Setelah dilakukan uji coba alat, untuk mendapatkan warna merata pada kain $2 \times 1,15$ meter membutuhkan waktu 1 menit.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari perhitungan dan perencanaan pada “Rancang Bangun Mesin Pewarnaan Dasar Kain Batik”, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk proses pewarnaan dasar kain dibutuhkan gaya sebesar 49,05 N.
2. Daya yang dibutuhkan sebesar 0,019 HP. Maka dari itu motor yang digunakan adalah motor AC dengan daya 0,5 HP putaran 1400 rpm serta menggunakan gear box dengan ratio 1:30.
3. Sistem transmisi yang digunakan :
 - a. Belt dan pulley menggunakan belt tipe A dengan panjang sebesar 1400 mm dan diameter pulley $D = 114,3$ mm.
 - b. Poros yang digunakan pada roll adalah bahan Stainless Steel dengan diameter 20 mm.
 - c. Tipe Bearing yang digunakan pada poros roll adalah tipe Single Row Ball Bearing, dengan diameter dalam 20 mm dan diameter luar 52 mm.
 - d. Pasak yang digunakan adalah *square key* dengan dimensi $W \times H \times L$ ($4,76 \times 4,76 \times 8,6$) mm.
4. Hasil percobaan mesin pewarnaan dasar kain batik :

Diperlukan waktu 1 menit untuk sekali pewarnaan. Proses pewarnaan dilakukan sebanyak 2 kali dengan naphthol, 2 kali untuk penggaraman, 2 kali untuk pembersihan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asikin, S., 2008. Ungkapan batik di Semarang : motif batik Semarang. Citra Prima Nusantara Semarang, Semarang
- Setiati, Destin huru. 2007. Membatik. KTSP: Yogyakarta
- Sularso, Kiyokatsu Suga. 2002. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Mesin, cetakan ke-10. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Robert L. Mott, 2004. Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis, edisi keempat, University Of Dayton
- Sato, G. Takeshi, N. Sugiarto H. 1999. Menggambar Mesin Menurut Standar ISO, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- UNESCO, 2009. <http://www.unesco.org/culture/ich/index.php?RL=00170> diakses pada tanggal 22 April 2015

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN MESIN PEWARNAAN DASAR KAIN BATIK TULIS PADA INDUSTRI KECIL DI KAMPOENG BATIK JETIS-SIDOARJO

Oleh :

- | | |
|------------------------|------------|
| 1. M. LUQMAN HAKIM | 2112039005 |
| 2. MIFTAHUL AHZABUDDIN | 2112039043 |

Pembimbing : Ir. Nur Husodo, M.Sc

Instruktur Pembimbing : Miftahul Huda, S.T, M.Pd



LATAR BELAKANG



Pembuatan batik tulis melalui tiga tahap yaitu peletakan lilin, pewarnaan dan penghilangan lilin. Proses pewarnaan dasar pada kain batik tulis menggunakan tenaga manusia sehingga waktu yang dibutuhkan cukup lama dan kurang merata.

PEMBUATAN SECARA MANUAL

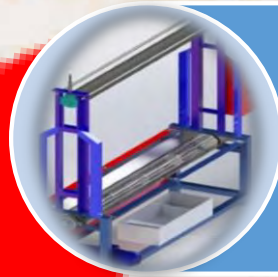


Pemerataan dengan TANGAN



Batik siap dilakukan penglorodan

RUMUSAN MASALAH



Merancang proses pewarnaan dasar kain batik dengan 2 buah roll.



Menentukan besar gaya dan daya serta menghitung elemen-elemen mesin yang terdapat pada mesin pewarnaan dasar kain batik.



Mewujudkan mesin pewarnaan dasar kain batik yang mudah pengoperasian untuk menghasilkan pewarnaan merata.

BATASAN MASALAH



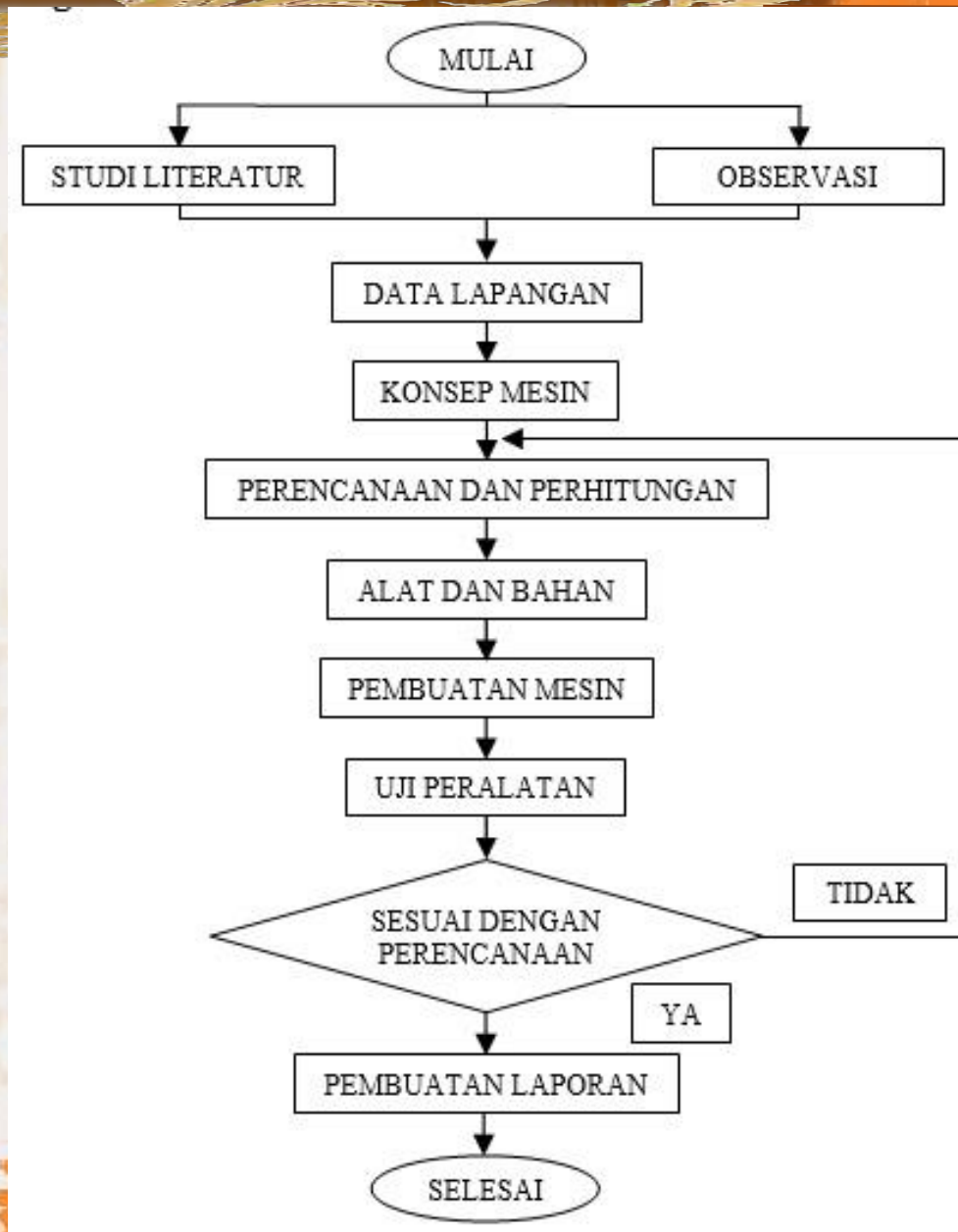
1. Spesimen yang digunakan adalah kain batik dengan panjang 2 meter dan lebar 1,15 meter.
2. Diameter dua buah roll yang digunakan 100 mm.
3. Fluida cairan pewarna kain batik diabaikan.
4. Kekuatan sambungan las pada rangka diasumsikan aman untuk pemakaian.
5. Sistem kelistrikan tidak dibahas lebih lanjut.

TUJUAN

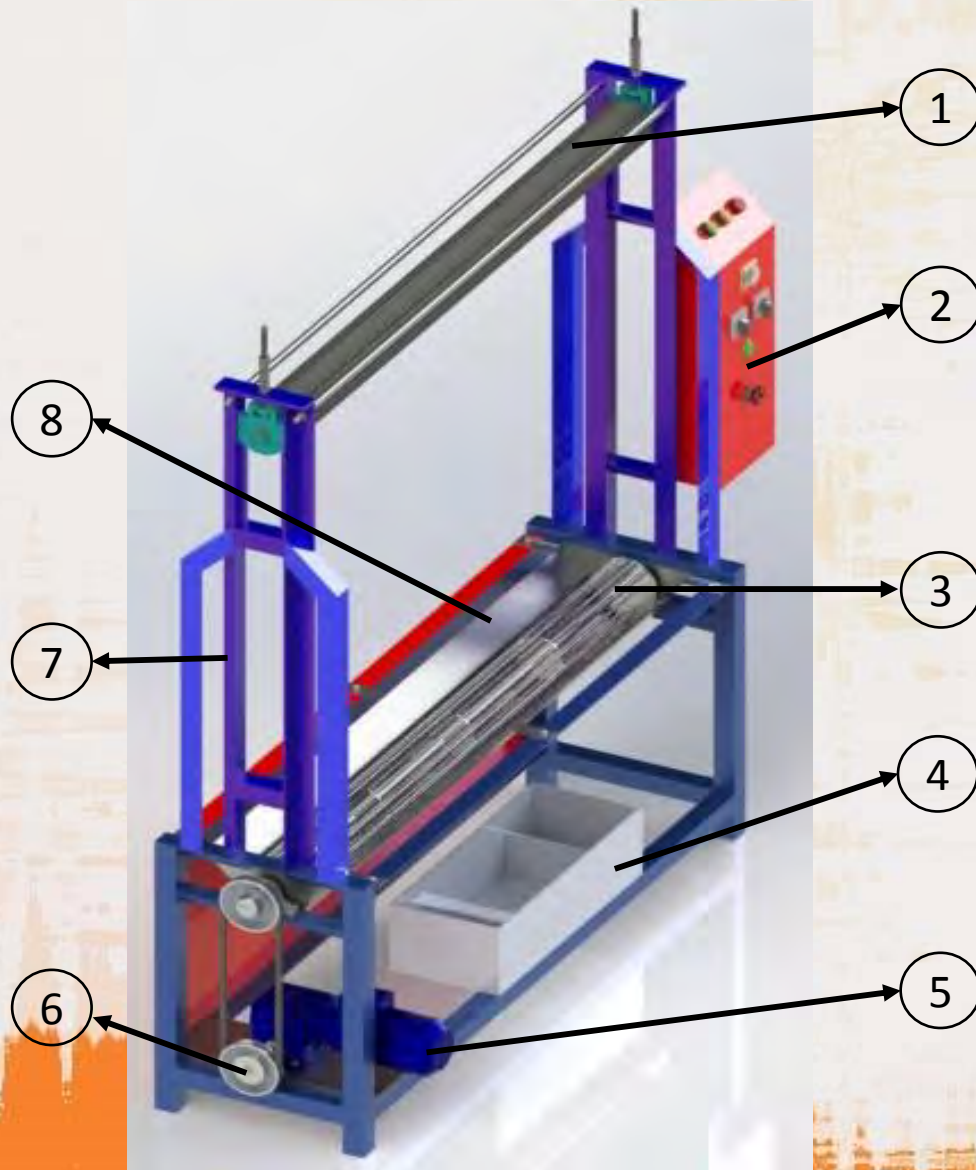


1. Memperoleh rancangan mesin pewarnaan dasar kain batik dengan 2 buah roll.
2. Mengetahui perhitungan elemen mesin yang digunakan antara lain: gaya dan daya yang dibutuhkan, kecepatan roll untuk menjalankan kain batik, tipe *belt* dan *pulley* yang sesuai, diameter poros yang aman, daya motor dan bearing yang sesuai.
3. Mendapatkan mesin pewarnaan dasar kain batik yang mudah pengoperasian.

METODOLOGI



DESAIN ALAT



KOMPONEN UTAMA :

1. Roll atas
2. Panel box
3. Roll jeruji
4. Wadah limbah
5. Motor 0,5 HP
6. Belt dan pulley
7. Kerangka
8. Wadah pewarna

Mesin Peronah bekerja dengan dua roll yang berputar. Roll bawah sebagai penggerak, sedangkan roll atas sebagai *follower*. Roll bawah berada dalam wadah pewarnaan sehingga kain dapat tercelup dalam cairan pewarna

METODOLOGI

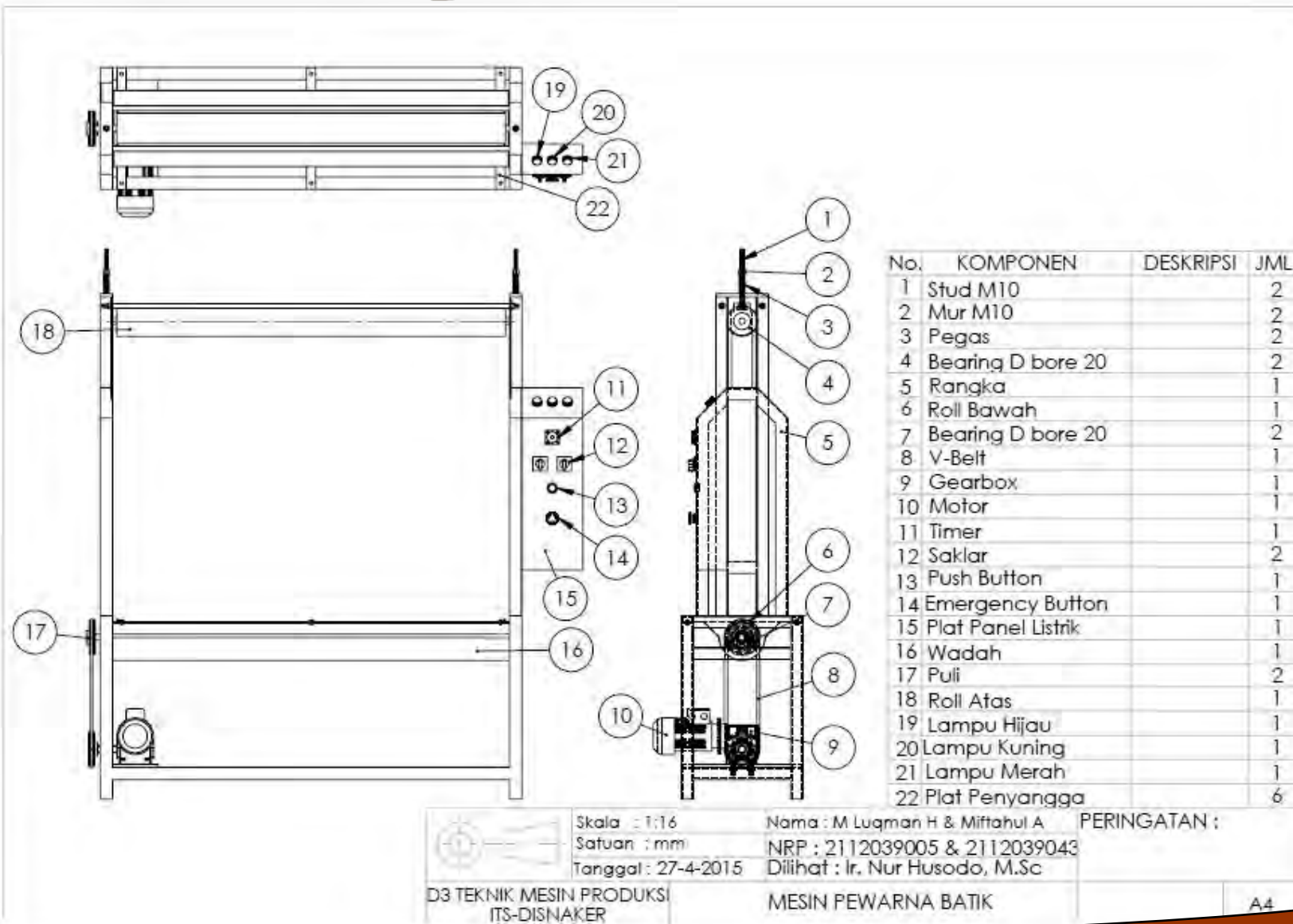


DIAGRAM ALIR PROSES



VIDEO CARA KERJA



PERONAH

Pemerataan
Warna

Kain Tercelup
Pewarna



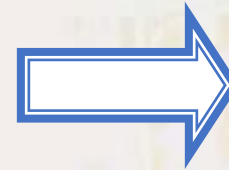
Mengatur **TIMER**
dan Menyalakan
tombol **ON**

Berhenti
OTOMATIS

HASIL PERCOBAAN



MERATAKAN
DENGAN ROLL



PEWARNAAN
MERATA

KAPASITAS PRODUKSI



Diperlukan waktu 1 menit untuk sekali pewarnaan.

Jadi kapasitas = 2 meter/menit

Proses pewarnaan dilakukan :
2 kali dengan naphthol,
2 kali untuk penggaraman,
2 kali untuk pembersihan

Jadi total waktu dibutuhkan = 6 menit

KESIMPULAN



Didapatkan “**Mesin Pewarnaan Dasar Kain Batik**” yang memudahkan operator dalam pengoperasian untuk menghasilkan warna yang merata.



Spesifikasi Alat :

- Daya mesin : 0,019 HP
- Gaya proses pewarnaan : 49,05 N
- Transmisi gaya : Belt dan Pulley tipe A dengan panjang $L = 1400$ mm dan diameter pulley $D=114,3$ mm
- Poros : Stainless Steel
 $d = 20$ mm
- Bearing : Single row ball
Diameter bore = 20 mm
- Pasak : Jenis *square key*
dimensi $W \times H \times L = (4,76 \times 4,76 \times 8,6)$ mm
- Kapasitas : 2 meter/menit

KESIMPULAN



Didapatkan Hasil Warna yang Merata



MANUAL



Mesin Peronah

SARAN



1. Pada kontruksi sebaiknya frame atau rangka mesin dibuat lebih presisi, agar pada proses kerja mesin akan lebih berkualitas hasilnya.
2. Pada bagian wadah sebaiknya diberi penutup yang dapat dibuka untuk menghindari tumpahnya air pada motor atau kelistrikan.
3. Untuk alat penghubung antar ujung kain sebaiknya dapat dilepas pasang dengan mudah dan cepat. Hal ini supaya dapat mempercepat waktu loading-unloading kain.



TERIMA
KASIH